

## Ritual og rationalitet i videnskabers udvikling

Pedersen, Stig Andur; Jacobsen, Arne

*Publication date:*  
1990

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Pedersen, S. A., & Jacobsen, A. (red.) (1990). *Ritual og rationalitet i videnskabers udvikling*. Roskilde Universitet. Tekster fra IMFUFA Nr. 186

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact [rucforsk@kb.dk](mailto:rucforsk@kb.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**TEKST NR 186**

**1990**

**RITUAL OG RATIONALITET**

**i videnskabers udvikling**

**redigeret af Arne Jakobsen og Stig Andur Pedersen**

**TEKSTER fra**

**IMFUFA**

**ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER**

**INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES  
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER**

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Postboks 260, 4000 Roskilde

RITUAL OG RATIONALITET i videnskabers udvikling

redigeret af Arne Jacobsen og Stig Andur Pedersen

IMFUFA tekst nr. 186/90 102 sider

ISSN 0106-6242

---

## Abstract

I denne bog behandles det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem og de dertil knyttede uddannelser.

Ved et videnssystem forstår vi en afgrænsning af viden med en bestemt struktur og med bestemte institutioner og funktioner.

Det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems instrumentelle og metafysiske funktioner beskrives. Dets bidrag til løsning af praktiske problemer og den dominans, dets rationalitet har, også i forbindelse med helt andre livsområder, analyseres. Endelig belyses den moderne virkelighedsopfattelse, videnssystemet har har bidraget til. I kontrast til dette videnssystem behandles træk ved et afrikansk og et gammelt kinesisk-konfuciansk videnssystem.

I bogens anden del behandles de videregående uddannelser, der er knyttet til det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem. Den mangel på virkelighed, studerende oplever, analyseres i forbindelse med manglen på en grundlæggende dannelsesopfattelse.

RITUAL OG RATIONALITET  
i videnskabers udvikling

IMFUFA's skriftserie  
Roskilde Universitets Center

November 1989

ISSN 0106-6242



# Forord

Denne bog er skrevet på baggrund af drøftelser mellem forfatterne og mellem forfatterne og forskellige grupper af interesserede. Den udgør ikke en systematisk behandling af de ret forskelligartede emner, den berører. Men den rejser nogle problemer, vi synes, er væsentlige, og som vi tror, andre også vil finde væsentlige. Bogens tilblivelse betyder, at alle forfattere til en vis grad er ansvarlige for dens helhed. Dog er de enkelte afsnit i hovedsagen skrevet af følgende:

- Kap. 1. af Arne Jakobsen
- Kap. 2. - Arne Jakobsen og Stig Andur Pedersen
- Kap. 3. - Susan Reynolds Whyte
- Kap. 4. - Kirsten Rønbøl Lauridsen
- Kap. 5. - Stig Andur Pedersen
- Kap. 6. - Else Andersen, Arne Jakobsen og Stig Andur Pedersen
- Kap. 7. - Else Andersen
- Kap. 8. - Arne Jakobsen

Kapitel 3 er skrevet på engelsk og oversat af Ulla Hasager og Jesper Johannsen. Bogen udgives samtidig på Ingeniøruddannelsens Didaktik, Danmarks Tekniske Højskole og i IMFUFA's skriftserie, Roskilde Universitets Center.



# Indholdsfortegnelse

	Side
Kapitel 1:	
<b>Indledning</b>	7
<b>Del I: Videnssystemer</b>	
Kapitel 2:	
<b>Videnssystemers struktur</b>	13
Videnssystemers komponenter	14
Videnssystemers funktion i samfundet	18
Kriser	22
Kapitel 3:	
<b>En afrikansk sandsiger</b>	25
En teori om årsager til modgang	26
Viden og eksperter	29
Nyoles eksperter - vores	30
Hvem kender sandheden?	33
Videnstyper	35
Kapitel 4:	
<b>Den kinesiske embedsmand</b>	37
Lidt om indholdet i det traditionelle kinesiske uddannelsessystem	38
Eksamenssystemet og embedsmanden	40
Studier og eksamen	41
Samfundet og eksamenssystemet	44
Uddannelse og praksis	45
Kapitel 5:	
<b>Matematik: fra metafysik til teknisk rationalitet</b>	49
Matematik som metafysik	50
Matematik som videnskabens sprog	53
Spaltningen i ren og anvendt matematik	54
Kundskabens matematik	57



## **Del II: Teknisk-naturvidenskabelig viden og uddannelser**

### **Kapitel 6:**

<b>Det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem</b>	63
Teknisk løsning af praktiske problemer	65
Videnssystemets instrumentelle funktion	67
Videnssystemets metafysiske funktion	69
Opfattelse af etik	71
Den moderne virkelighedsopfattelse	72
Den teoretiske fysiks paradigmer	74

### **Kapitel 7:**

<b>En studerendes dagbog</b>	77
------------------------------	----

### **Kapitel 8:**

<b>Uddannelse - dannelse - ritual</b>	93
Dannelse	94
Den teknisk-naturvidenskabelige rationalitets dominans	96
Uddannelserne bliver rituelle	98

<b>Litteratur</b>	101
-------------------	-----

## KAPITEL 1.

### Indledning

Til en normal undervisningsdag på en af vore højere læreanstalter er mødt 23 studerende ud af de 44, som er tilmeldt pågældende kursus.

Det er en smule flere end sædvanligt, fordi der denne dag er øvelsesregning, og man ved, at opgaven er en tidligere eksamensopgave. Den drejer sig om opstilling af en bestemt type model af en proces. Ud fra modellen kan nogle parametre for processen dels simuleres dels beregnes.

Både model og beregningsmetode er afkortede i den forstand, at en fuld overensstemmelse med virkeligheden er opgivet, fordi det ville gøre modellen alt for kompliceret. Man får en tilstrækkeligt god tilnærmelse med den givne model og metode.

De fleste studerende kender ikke anlæggets praktiske funktion og forstår ikke rigtigt modellens overensstemmelse med en proces i et virkeligt anlæg. De ved følgelig heller ikke, hvor den er "afkortet", hvor man har afstået fra fuld overensstemmelse med anlægget. Men de kan genkende modellen, og de fleste får skrevet nogle ligninger ned og foretaget beregninger.

I det gamle Kina var videregående uddannelser overvejende almene embedsmandsuddannelser. Indholdet i disse var for langt hovedpartens vedkommende en art moralfilosofi - Konfucius' lære - som udover sit moralske, filosofiske indhold besad store litterære kvaliteter.

Man lærte dette indhold meget grundigt - som oftest udenad - for virkelig at tilegne sig de værdier, det indeholdt. Eksaminerne var meget strenge, og kun få bestod og blev embedsmænd.

Der undervistes tillige i praktisk administrative færdigheder, men i lange perioder modtog man kun denne undervisning, hvis man havde bestået den egentlige eksamen. For medens den tid, man brugte på at tilegne sig de værker og den "dannelse", som lå i selve studiet, naturligvis ikke kunne være spildt, selvom man ikke bestod, så ville undervisning i praktisk administrative færdigheder være spildt, hvis man ikke blev embedsmand.

I to nyligt foretagne danske rapporter er hhv. ingeniørers og civiløkonomers brug af viden undersøgt. Resultaterne er ret sammenfaldende og går i korthed ud på, at kun ret lidt af den viden og de metoder, man underviser i i uddannelserne, direkte bruges i praksis. Det gælder i særdeleshed den mere teoretiske viden. Mest markant konkluderer undersøgelsen af civiløkonomer, at direkte anvendelse af teori næsten ikke er fundet.

Heroverfor står, at når der i uddannelserne drøftes fagindhold - og når forskning i fagene begrundes - så sker det udfra en udtalt, eller oftere stiltiende, opfattelse af, at alle elementer af fagene er meget vigtige for den senere erhvervspraksis. Og den almindelige opfattelse - som deles af politikerne - er, at netop disse uddannelser indeholder direkte anvendelig viden.

Hvad har træk fra en almindelig undervisningsdag med kinesiske embedsmandsuddannelser at gøre, og hvad har disse at gøre med ingeniørers og civiløkonomers brug af viden?

Det drejer sig om meget forskelligartede forhold og situationer. Men vi mener, at de, set overfor hinanden, kan antyde nogle vigtige problemer om moderne videregående erhvervsuddannelser, som vi vil prøve at forklare nærmere i denne bog.

For det første noget om uddannelsers og videns funktion. I Kina havde man en klar forestilling om uddannelsernes hovedformål: De skulle give studerende en form for dannelse udfra et meget grundigt studium af de højeste principper, historiens sum af erfaringer og den tankens dybde og stilens skønhed, som fandtes i litteraturen.

Denne forestilling gik ikke på, at man direkte, instrumentelt kunne bruge præcis denne eller hin del af det, man lærte, til noget bestemt i praksis. Hovedopgaven for uddannelserne var at give de studerende viden om meningen med deres tilværelse, om kultur, om dem selv og deres stilling i denne verden. Som noget helt sekundært kunne man senere lære direkte anvendelige administrative færdigheder.

Hos os råder udbredt den opfattelse, at matematik, naturvidenskab og økonomi - fagområder, der prioriteres højt - ret direkte eller i form af "anvendelsesvidenskab" kan bruges instrumentelt. Denne opfattelse er bl.a. udbredt i de videregående erhvervsuddannelser og ligger til grund for uddannelsesplanlægningen og for de studerendes studieindsats. Når dette så viser sig ikke at være tilfældet i nær så høj grad som antaget, er man tilbøjelig til at mene, at der er fejl i systemet - at der er noget, som må justeres.

Vort synspunkt er imidlertid, at det mere er opfattelsen af videnskabens direkte, instrumentelle funktion overfor praktiske problemer, der er forkert. Vor teknologiske kultur hviler naturligvis i høj grad på videnskabens resultater, men det betyder ikke nødvendigvis, at ret megen videnskabelig viden ret ofte er direkte anvendelig.

Sammenhængen mellem videnskabelig viden og praktisk problemløsning er betydelig mere kompleks.

For det andet var der i den kinesiske uddannelse ikke megen tvivl om, hvilken virkelighed uddannelsens indhold drejede sig om. Tilegnelsen krævede fortrolighed med en forfinet, litterær form. Det var klart for alle, hvad det drejede sig om. Det, man brugte år af sit liv på, var noget, der gav mening.

Heroverfor står vore studerende, som har svært ved at relatere uddannelsernes indhold til virkeligheden. I mange tilfælde drejer indholdet sig om en abstrakt, idealiseret laboratoriepraksis med genstande og problemer, som er helt afsondret fra den reale virkelighed. Men samtidig er det den reale, praktiske virkelighed, man tror ret direkte at skulle anvende indholdet på. Denne praktiske virkelighed vises imidlertid kun i form af små bidder, manipulerede, så de passer til teorien. Og de studerendes oplevelse af uddannelsen er præget af overfladiskhed og manglende helhed. Vi vil i denne bog prøve at forklare disse inkonsekvenser.

Der er inden for den teknisk-videnskabelige forskning i de seneste tiår sket en meget kraftig vækst.

Denne forskning er blevet mere og mere specialiseret, og der er udskilt en mængde afgrænsede fag eller discipliner, som hver behandler enkeltaspekter af virkeligheden. Der er udviklet institutionelle rammer for fagene, hver med en bestemt forståelse af forskningsgenstand og med bestemte metoder. I forbindelse hermed er den teknisk-videnskabelige viden i stigende grad blevet uigennemskuelig og dens relation til praksis er blevet meget indirekte - i en del tilfælde gået tabt.

Det er samtidig blevet åbenbart, at mange af de tekniske fremskridt, som denne viden har bidraget til, har haft en høj pris. I mange tilfælde har dens resultater skabt lige så store, eller større problemer, end den har løst.

Et forhold, som bekræfter, at der er tale om alvorlige problemer, er den stigende mistillid til denne videns bidrag til løsning af samfundsproblemer. Den viser sig bl.a. ved en interesse for alternativ teknologi og medicin. En interesse som efterhånden må tages alvorligt såvel fra fagligt som politisk hold.

Til belysning af disse problemer vil vi behandle de funktioner, viden har i andre kulturer. Vi vil vende tilbage til den traditionelle kinesiske embedsmands-uddannelse, og vi vil se nærmere på en traditional afrikansk teori om modgang, som er meget helhedspræget, knyttet til samfundets metafysiske forestillinger og til udøvernes og klienternes umiddelbare livsverden. Et karakteristisk træk ved denne er, at de teoretiske konstruktioner ikke er mere specialiserede, end at enhver kan se de relevante sammenhænge og tale med om løsningers værdi. Repræsentanten for videnssystemet, medicinmanden, er ikke en utilgængelig ekspert, som ikke kan kritiseres.

Foruden at bidrage til den direkte problemløsning i praksis fører viden og uddannelse imidlertid til en mere generel måde at forholde sig til omverdenen på. Igennem uddannelserne implementeres et bestemt verdensbillede. Det fremgår tydeligt i den traditionelle kinesiske uddannelse, hvor det netop er uddannelsens hovedfunktion. Men noget tilsvarende gør sig gældende med moderne teknisk-videnskabelig viden og de uddannelser, som er knyttet dertil.

I moderne teknisk-videnskabelige uddannelser er denne generelle metafysiske funktion imidlertid sekundær i forhold til deres instrumentelle funktion. De generelle spørgsmål om naturens indretning, om værdiernes oprindelse, om vore muligheder for - og ret til - at manipulere naturprocesser og værdier etc., behandles ofte indirekte. Det er ikke den overordnede opfattelse af menneskets lod og bestemmelse i verden, som styrer forskning og uddannelse. Men omvendt fører moderne forskning og uddannelser til en bestemt, implicit virkelighedsopfattelse.

Selv om den teknisk-naturvidenskabelige viden ikke direkte definerer en helhedsopfattelse af virkeligheden, dominerer den alle betydningsfulde spørgsmål i det moderne samfund. Den er bestemmende for, hvilke typer argumenter, der kan betegnes som "rationelle" og dermed gyldige, og hvilke der må forkastes som irrationelle, følelsesladede og dermed ugyldige. Det gældes også for problemstillinger og områder, som ligger langt fra det teknisk-naturvidenskabelige.

Når den teknisk-videnskabelige viden har kunnet opretholde en sådan dominans trods de inkonsekvenser, vi har peget på, skyldes det naturligvis, at den har en solid række successer at henvise til. Men det skyldes tillige, at den har en ideologisk funktion i de industrielle samfund (ligesom andre videnssystemer har haft det i andre samfund). Den understøtter og begrundes samfundets økonomiske liv - hvadenten det drejer sig om den ene eller anden type af industrialiserede samfund.

Vi forsøger ikke i denne bog at give en udtømmende konsistent behandling af disse modsætninger og problemer og deres indbyrdes sammenhæng.

Vi mener, at de forskellige bidrag er sider af nogenlunde fælles forståelse og kritik af temaet: de teknisk-naturvidenskabelige uddannelser set på baggrund af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem. Vi har søgt i nogen grad at koordinere bidragene, men de fremstår m.h.t. fagligt udgangspunkt og sprogstil som ret forskellige forsøg på at formulere, belyse og perspektivere problemer i forbindelse med dette tema.

I bogen bruger vi begrebet videnssystem om en afgrænsning af viden med en vis grad af fælles struktur og med bestemte funktioner og institutionelle rammer. I kapitel 2 gør vi nærmere rede for, hvad vi forstår ved videnssystemer, og vi forsøger at karakterisere videnssystemers indhold og institutionelle sammenhæng samt de typer af funktioner i samfundet, videnssystemer har.

I kapitel 3 og 4 beskrives to videnssystemer, som er meget forskellige fra det teknisk-naturvidenskabelige, som er bogens egentlige emne. I kapitel 3 beskrives et afrikansk videnssystem udfra en antropologs observationer ved feltarbejde i et område i Afrika. I kapitel 4 beskrives især embedsmandsuddannelsen i et gammelt kinesisk videnssystem, domineret af Kung-Futzes lære.

Et vigtigt træk ved et videnssystem er udviklingen af en bestemt rationalitetsform. I udviklingen bl.a. af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems rationalitetsform har matematikken spillet en afgørende rolle. Til illustration heraf er nogle træk ved matematikkens udvikling beskrevet i kapitel 5.

Kapitlerne 2-5, som definerer og illustrerer videnssystemer og deres indhold, funktioner og institutionelle sammenhæng, udgør bogens første del. Anden del sigter mere direkte på at beskrive karakteristiske træk ved det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem og de videregående uddannelser, der er knyttet til det.

I kapitel 6 beskriver vi karakteristiske træk ved videnssystemet, og vi anfører forhold, der tyder på, at det er i en krise.

I kapitel 7 søges træk ved videnssystemets uddannelser beskrevet i form af en studerendes dagbog i forbindelse med deltagelse i et fiktivt kursus/fag i en sådan uddannelse.

Endelig beskrives i kapitel 8 træk ved sådanne uddannelser, idet de søges sammenholdt med karakteristiske træk ved videnssystemet.

## **Del I**

### **Videnssystemer**

## KAPITEL 2.

### Videnssystemers struktur

*"It is well to observe, the force and effect and consequences of discoveries. These are to be seen nowhere more conspicuously than in those three which were unknown to the ancients, and of which the origin, though recent, is obscure; namely, printing, gunpowder, and the magnet. For these three have changed the whole face and state of things throughout the world; the first in literature, the second in warfare, the third in navigation; whence have followed innumerable changes; insomuch that no empire, no sect, no star seems to have exerted greater power and influence in human affairs than these mechanical inventions".<sup>1)</sup>*

*"In the mechanical arts and their history, especially when compared with philosophy, he observed the following happy omens. The mechanical arts grow towards perfection every day, as if endowed with the spirit of life. Philosophy is like a statue. It draws crowds of admirers, but it cannot move. With their first authors the mechanical arts are crude, clumsy, and cumbersome, but they go on to acquire new strength and capacities. Philosophy is most vigorous with its earliest author and exhibits a subsequent decline. The best explanation of these opposite fortunes is that in the mechanical arts the talents of many individuals combine to produce a single result, but in philosophy one individual talent destroys many. The many surrender themselves to the leadership of one, devote themselves to the slavish office of forming a body-guard in his honour and become incapable of adding anything new. For when philosophy is severed from its roots in experience, whence it first sprouted and grew, it becomes a dead thing."<sup>2)</sup>*

*"We have as much right to call this movement of the blood circular as Aristotle had to say that the air and rain emulate circular movement of the heavenly bodies. The moist earth, he wrote, is warmed by the sun and gives off vapours which condense as they are carried up aloft and in their condensed form fall again as rain and remoisten the earth, so producing successions of fresh life from it. In similar fashion the circular movement of the sun, that is to say, its approach and recession, give rise to storm and atmospheric phenomena.*

*It may well happen thus in the body with the movement of the blood. All parts may be nourished, warmed, and activated by the hotter, perfect, vaporous, spirituous and, so to speak, nutritious blood. On the other hand, in parts the blood may be cooled, coagulated, and be figuratively worn out. From such parts it returns to its starting-point, namely, the heart, as if to its source or to the centre of the body's economy, to be restored to its erstwhile state of perfection. Therein, by the natural,*

---

1) Francis Bacon citeret fra: Benjamin Farrington: "Francis Bacon. The Philosopher and Industrial Science". Macmillan, London & N.Y. 1973.

2) Smstds.

*powerful, fiery heat, a sort of store of life, is re-liquefied and becomes impregnated with spirits and (if I may so style it) sweetness. From the heart it is redistributed. And all these happenings are dependent upon the pulsatile movement of the heart.*

*This organ deserves to be styled the starting point of life and the sun of our microcosm just as much as the sun deserves to be styled the heart of the world. For it is by the heart's vigorous beat that the blood is moved, perfected, activated, and protected from injury and coagulation. The heart is the tutelary deity of the body, the basis of life, the source of all things, carrying out its function of nourishing, warming, and activating the body as a whole. But we shall more fittingly speak of these matters when we consider the final cause of this kind of movement".<sup>3)</sup>*

Viden kan afgrænses på mange måder. Vi kan afgrænse viden inden for bestemte fag eller discipliner, eller bredere tale om bestemte epokers eller kulturers viden. I denne sammenhæng er vi interesserede i en afgrænsning, som kan benyttes til at karakterisere de funktioner, teknisk-videnskabelig viden har i moderne samfund og de institutioner i samfundet, der er knyttet til udvikling og anvendelse af viden.

Til vort formål er det hensigtsmæssigt med en afgrænsning, der er bredere end et enkelt fag eller en disciplin, uden dog at inkludere alle de former for viden, som er karakteristiske for en kultur på et givet tidspunkt. Vi vil for en sådan afgrænsning benytte udtrykket videnssystem. Den letteste måde at gøre klart, hvad vi forstår ved et videnssystem, er at anføre nogle eksempler. Vi vil således betragte den moderne naturvidenskab som et videnssystem. Det giver mening at tale om, at moderne naturvidenskab har en bestemt struktur, den er institutionaliseret med både forskningsinstitutter og uddannelsesinstitutioner, den har et bestemt, nogenlunde afgrænset indhold og bestemte funktioner i samfundet, og den er bestemmende for en særlig rationalitetsform. Tilsvarende udgør både områder som moderne humaniora og områder som den lære, den middelalderlige kirke udviklede i en bestemt historisk epoke, videnssystemer.

I dette kapitel vil vi behandle videnssystemer generelt, idet vi vil karakterisere videnssystemers indhold og institutionelle sammenhæng samt de typer af funktioner i samfundet, videnssystemet har.

Vi vil dog i vidt omfang gøre det ved eksempler, som samtidig illustrerer det videnskabelige gennembrud i renæssancen og det 17. århundrede. I denne periode mister den middelalderlige kirke sin magt. Dens lære opløses som det dominerende videnssystem, og grunden til det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem bliver lagt.

## **Videnssystemers komponenter**

Videnssystemer omfatter forskellige komponenter af viden. Den mest åbenbare komponent består for moderne videnssystemer af de teorier, metoder og

---

3) William Harvey: "The Circulation of the Blood and Other Writings". Everymans Library. London 1963.



resultater, der behandles i videnskabelig litteratur. Tilsvarende findes i andre videnssystemer videnskabelige, religiøse eller litterære værker, eller, som i det traditionelle afrikanske videnssystem, i delvist ikke-nedskrevne beretninger og overleveringer.

Den viden, et videnssystem omfatter, er imidlertid andet og mere end teorier, videnskabelige resultater og beretninger. Det vil man kunne overbevise sig om, hvis man forsøger at læse værker fra helt andre epoker. Læser man f.eks. videnskabelige afhandlinger fra det 17. århundrede, vil store dele nærmest være uforståelige for den, der ikke er videnskabshistorisk trænet. Man vil have svært ved overhovedet at forstå de enkelte argumenter, fordi de forudsætter antagelser, vurderinger og sammenhænge, som man i dag ikke er fortrolig med. Selv i de tilfælde, hvor man forstår et argument, vil man ofte ikke kunne tilslutte sig det, fordi opfattelsen af, hvad der er sandt eller falsk, på helt afgørende punkter har ændret sig. Man har kort sagt i dag en forståelsesramme, som på mange afgørende punkter afviger fra andre videnssystemers.

Ethvert formelt vidensområde er således baseret på en mere generel forståelsesramme, uden hvilken de pågældende teorier, antagelser og argumenter ville være flertydige eller direkte uforståelige. Forståelsesrammen giver generelle træk ved den konkrete sammenhæng, som er nødvendige for at gøre viden forståelig og dermed brugbar.

Et yderligere træk ved viden er det forhold, at viden er udtryk for vor bevidste opfattelse eller udlægning af fænomener eller processer i omverdenen. Viden er altså tillige noget, bevidste personer har, både på et teoretisk strukturelt plan, som kendskab til og indsigt i grundlæggende sammenhænge, lovmæssigheder og strukturer, og på det praktiske plan som beherskelse af forskellige færdigheder. Tænk for eksempel på en patolog, som på det teoretiske plan har kendskab til komplekse, biologiske sygdomsprocesser, og på det praktiske plan har en træning i umiddelbart at kunne "aflæse" budskaber fra mikroskopiske præparater. Patologen forstår de biologiske processer og er i stand til herudfra at forklare og beskrive sygdomsprocesser, og han har en skærpet perceptionsevne, når det drejer sig om at iagttage misdannelser i vævsprøver. Patologen har en udtalt (tacit) viden, som giver ham mulighed for at anvende eksplicit viden.

Udover de tre nævnte komponenter af viden: den viden, som direkte behandles i litteratur, en bestemt forståelsesramme og en sådan "tacit" viden, er der endnu en karakteristisk komponent i videnssystemer. Der er således inden for et videnssystem bestemte opfattelser af, hvad der regnes for acceptable begrundelser for viden. Ved teoretisk arbejde inden for fag eller videnskabelige discipliner vil der udvikles opfattelser af, hvad der adskiller fornuftige grunde fra ufornuftige, præferencer for bestemte måder at argumentere på, for bestemte typer af modeller til beskrivelse af virkelighed og sammenhæng, og præferencer m.h.t. den form for resultater, arbejdet sigter mod. Arten af begrundelser, som regnes for acceptable, samt præferencer m.h.t. argumenter, modeller og beskrivelsesformer indgår i, hvad vi vil betegne videnssystemets rationalitetsform.

Det er en vigtig pointe, at bestemte rationalitetsformer åbner for visse problemstillinger, men lukker for andre. Dette kræver en nærmere eksemplificering.

I det berømte skrift om blodets cirkulation "De Motu Cordis" fra 1628 forklarer Harvey hjertets funktion ved henvisning til analogien mellem mikro-kosmos og makro-kosmos. Harvey var stadigvæk præget af den senmiddelalderlige artistotelisme, hvor alt i verden indgik i en bestemt harmonisk orden, og alle ting tjente bestemte formål. Han skriver: *"Altså er hjertet livets begyndelse, mikro-kosmos' sol, lige som solen på sin vis kan kaldes verdens hjerte; for det er ved hjertets kraft og slag at blodet bevæges, gøres fuldkomment og gives liv ... for hjertet er i virkeligheden livets fuldkommenhed, kilden til al aktivitet".*<sup>4)</sup>

En sådan påstand om hjertets formål var acceptabel for Harvey. Den udgjorde en rationel begrundelse i den forstand, at den hviler på nogle grundlæggende opfattelser af sammenhænge i naturen.

Harvey's forklaring var imidlertid ikke acceptabel for Descartes, som netop havde gjort op med det aristoteliske verdensbillede og krævede mekaniske forklaringer på alle naturfænomener. Hans krav til acceptable forklaringer var et andet end Harvey's. For ham var hjertet en fysisk maskine, som virkede helt i overensstemmelse med fysikkens love.

Uenigheden mellem Descartes og Harvey gav sig praktisk udslag i to forskellige forklaringer på pulsen i arterierne. Descartes hævdede fejlagtigt, at pulsen opstod i forbindelse med hjertets udvidelse, hvorimod Harvey gav den korrekte forklaring, at pulsen opstod i forbindelse med hjertets sammentrækning. Descartes' teori for hjertet og pulsen var et tilbageskridt, idet den stred mod empiriske kendsgerninger. Men den var i en anden forstand et fremskridt, idet den forsøgte at eliminere spekulative og ikke-naturvidenskabelige elementer i Harvey's teori. Descartes var en hovedkraft i udviklingen af det mekaniske verdensbillede og dermed ved etableringen af den moderne videnskabelige rationalitet.

Til grund for alle videnssystemer ligger en række antagelser af metafysisk karakter, d.v.s. antagelser om naturens indretning eller om en verdensorden, som ligger forud for begrundelse. Hvornår en begrundelsessammenhæng slutter, og hvilke metafysiske antagelser, der accepteres, varierer fra epoke til epoke.

Selv om begrundelsessammenhænge og metafysiske antagelser hører til de mest basale komponenter i et videnssystem, er det karakteristisk for udviklingen af den moderne videnskab, at forskningen har ført til voldsomme ændringer i metafysiske antagelser. Et meget velkendt eksempel på dette var Darwin's teori om arternes udvikling, som gav en ændret opfattelse af, hvad mennesket er. Også i dag er der skred i de metafysiske forestillinger, som den naturvidenskabelige forskning hviler på. Denne udvikling indebærer ændringer i den måde, på hvilken videnskabelige teorier begrundes.

Men selv om Harvey fortsat var præget af den middelalderlige aristotelisme på det teoretiske plan, må hans anatomiske og fysiologiske arbejder udfra en anden synsvinkel betragtes som et gennembrud. Til grund for hans fysiologiske teorier lå der mange iagttagelser og eksperimenter udført af ham selv og andre fysiologer i hans samtid. På det tidspunkt var det almindeligt at udføre vivisektioner og at foretage sammenlignende anatomiske studier. Harvey var således en eksperimen-

---

4) Smstds.

telt orienteret forsker. I denne forstand tilhørte han den moderne tid og var i en stor kontrast til den middelalderlige skolastiske videnskab, hvor Galens og Aristoteles skrifter var autoriteter, som ikke behøvede empirisk verifikation.

I det hele taget var den empiriske, eksperimentelle holdning til naturvidenskab karakteristisk for renæssancen og udviklingen i det 17. århundrede. I denne periode blev den eksperimentelle dialog med naturen indstiftet. En udvikling, som kulminerede flere århundreder senere med det moderne krav om eksperimentelle, matematiske begrundelser af naturvidenskabelig viden. Dette krav er et vigtigt led i vort moderne naturvidenskabelige videnssystems rationalitet. En forklaring, der ikke kan føres tilbage til empiriske kendsgerninger, er ikke acceptabel idag.

Udviklingen af den eksperimentelle, matematiske naturbeskrivelse hang sammen med en anden vigtig ændring i vor opfattelse af naturen. I denne periode bliver naturen betragtet som en værdifuld kilde, som mennesket vil være i stand til at øse af ved anvendelse af de nye eksperimentelle videnskaber. Dette kommer klart til udtryk i Francis Bacons beskrivelser af datidens store opfindelser: *"again we should notice the force, effect and consequences of inventions which are nowhere more conspicuous than i those three which were unknown to the ancients; namely printing, firearms and the compass. For these three have changed the appearance and state of the whole world; first in literature, then in warfare and lastly in navigation; and innumerable changes have been thence derived, so that no empire, sect or star appears to have exercised a greater power and influence on human affairs than these three mechanical discoveries."*<sup>5)</sup>

Disse nyorienteringer giver også anledning til ændrede præferencer. De middelalderlige analogier og sammenhænge forsvinder til fordel for mekaniske modeller. Hvor det er muligt, vil man søge en mekanisk, fysisk forklaring frem for at henvise til i naturen iboende potenser. Og som Bacon understreger, er man interesseret i, at de videnskabelige arbejder skal føre til brugbare resultater. Det er ikke længere nok at opnå erkendelse. Man begynder at foretrække erkendelse, som kan udnyttes i praktiske anvendelser.

Til et videnssystems rationalitetsform hører endvidere, at det regulerer karakteren af de spørgsmål, man kan stille til virkeligheden. Videnssystemet åbner for visse typer problemstillinger og lukker for andre. Dette kan igen illustreres med modsætningen mellem Harvey og Descartes. For Harvey var den tanke, at hjertets funktion som pumpe skulle give en mekanisk forklaring, overhovedet ikke nærliggende, hvorimod det hos Descartes var et uomgængeligt krav. Harvey's naturopfattelse var aristotelisk, hans foretrukne modeller og analogier skulle være i overensstemmelse hermed. Derimod havde Descartes en mekanistisk naturopfattelse. Han betragtede naturprocesser som arbejdende mekaniske maskiner, og hans modelunivers var i det væsentlige begrænset til sådanne systemer.

Vi har illustreret vort rationalitetsbegreb med forholdene i renæssancen. Situationen i dag er imidlertid analog. Moderne naturvidenskab stiller også

---

5) Benjamin Farrington: "Francis Bacon. The Philosopher and Industrial Science". London & N.Y. 1973

bestemte krav til sine begrundelser og forklaringer. Mønstereksemplet på en god forklaring er stadig, som hos Descartes, en matematisk, fysisk beskrivelse, som er i god overensstemmelse med de eksperimentelle kendsgerninger.

Tilsvarende er der bestemte modeller og analogier, som foretrækkes frem for andre. Bag disse ligger stadig det klassiske videnskabsideal, som bygger på en tro på, at der bag alle fænomener i naturen ligger virksomme kausalmekanismer, som i sidste ende kan beskrives ved et system af matematiske ligninger. Disse ligninger sikrer os, at kender man et systems tilstand til ét tidspunkt, så vil dets tilstand til et vilkårligt andet tidspunkt i fortid eller fremtid kunne bestemmes entydigt, idet naturprocesserne dybest set er deterministiske.

## Videnssystemers funktion i samfundet

Vi har nu behandlet forskellige komponenter af et videnssystem - forskellige typer af viden, som vi mener genfindes i meget forskellige videnssystemer.

Men der er andre fællestræk ved videnssystemer. De har forskellige funktioner i de kulturer, i hvilke de udvikles, og de er knyttet til sociale institutioner.

Videnssystemer udfører en metafysisk funktion i den forstand, at de giver anledning til en verdensopfattelse, og de udfører en instrumentel funktion ved at give anvisning på, hvordan vigtige praktiske problemer bør løses. Disse funktioner kan illustreres ved modsætningen mellem naturerkendelsen i middelalderen og det mekaniske verdensbillede i det 17. århundrede.

Som eksponent for et middelalderligt verdensbillede er det nærliggende at tage Thomas Aquinas (1225-1274). For ham består verden af et struktureret, ordnet hele, som er skabt af en omnipotent Gud. Enhver ting i verden har sit bestemte formål, som er bestemt af Gud. Det overordnede problem for mennesket er ikke som i den græske oldtid at søge lykken eller det fuldkomne i denne verden. Det er derimod at leve et liv i overensstemmelse med Guds bestemmelse. Alle ting i universet har bestemte formål, og de bevægelser og processer, man erfarer, skyldes, at tingene forsøger at realisere deres formål, som i sidste ende er at søge Gud. Sandheden er ikke at finde i tingene, som vi erfarer dem, men den er givet i Guds egne skrifter: *"disse ord i den hellige skrift har mere autoritet end det mest ophøjede menneskelige intellekt ... vi kan på intet tidspunkt tvivle"*.<sup>6)</sup>

Thomas' metafysik fører til, at verden er rationel, i og med at den er skabt af Gud. Det er vigtigt at studere denne rationelle verden, hovedsagelig fordi kendskab til denne rationelle orden kan få os til at elske og prise den guddommelige skaber. Opgaven for naturerkendelsen er derfor først og fremmest med den hellige skrift i hånden at fortolke naturen for derigennem at se Gud og skaberværket. Det betyder, at opgaven er at kunne få Aristoteles' skrifter og de fænomener, vi erfarer med sanserne til at indgå i en konsistent fortolkning af

---

6) W.T. Jones: "The History of Western Philosophy". Vol. II: The Medieval Mind. Sec. ed. N.Y. 1969.

Bibelen. Bibelen er den øverste autoritet, det er sanserne og de videnskabelige skrifter, der må vige.

Thomas accepterede i det væsentlige det aristoteliske verdensbillede, hvor universet bestod af enkeltsubstanser i en hierarkisk orden. Enkeltsubstanser var enkeltting som dyr, sten, mennesker, planter o.s.v. Disse ting var ordnet i overensstemmelse med deres formål eller bestemmelse. Alle ting havde deres specielle plads og formål i universet. Universet bliver på denne måde begrænset, endeligt, opdelt i forskellige væsenssfærer (Jorden i centrum og de guddommelige krystalhimle yderst), og manipulation med naturens orden er at synde mod skaberen og derfor belagt med tabu.

Dette statiske og endelige, formålsmættede univers blev nedbrudt lidt efter lidt i århundrederne efter Thomas Aquinas. Der er naturligvis mange grunde til dets sammenbrud. Det var imidlertid en betydelig faktor, at både tekniske, empiriske og teoretiske aktiviteter efterhånden førte til erfaringer, som ikke længere kunne fortolkes ind i middelalderens begrænsede tankesystem. I mekanikken erkendte man, at projektilers baner ikke fulgte de kurver, som den aristoteliske fysik foreskrev. Den Galenske anatomi og fysiologi, som havde domineret lægevidenskaben siden oldtiden, viste sig at være fejlagtig på afgørende punkter, hvilket blev åbenbart i forbindelse med dissektion af mennesker i senmiddelalderen (et forehavende som var kriminelt, men som efterhånden vandt udbredelse). Galileis astronomiske observationer med den nyopfundne kikkert viste fænomener, som dels vidnede om, at himmelske legemer var af samme karakter som de jordiske (Månen havde en bjergfyldt overflade, Jupiter havde måner, o.s.v.), og dels at universet var ubegrænset (Galilei hævdede i overensstemmelse med Nicholas af Cusa og Giordano Bruno, at verden ikke havde noget centrum). Alle disse empiriske, tekniske og teoretiske kendsgerninger blev i det 17. århundrede sammenfattet i det mekaniske verdensbillede.

En god eksponent for det videnskabelige gennembrud i det 17. århundrede er René Descartes. Som de fleste andre videnskabsmænd på det tidspunkt var Descartes også religiøs. Men hans gudsopfattelse var en helt anden end Thomas'. Descartes' gud er ikke symboliseret ved sit skaberværk. Der er ingen analogi mellem gud og den materielle verden. Den materielle verden er ikke udstyret med guddommelige formål, den skal opfattes mekanisk som et urværk, og der er derfor ingen plads til teleologiske forklaringer som hos Aristoteles og Thomas. Hos Thomas var verden fyldt med formål, farver og kvaliteter. Men hos Descartes, Galilei og andre i det 17. århundrede er der en klar distinktion mellem primære og sekundære kvaliteter. Verden, som vi oplever den med dens virvar af farver, lugte, smagsformer, lyde o.s.v. er kun et ufuldstændigt og ofte fejlagtigt billede af en underliggende, matematisk beskrivelig struktur. Det grundlæggende i verden er udstrækning og bevægelse, som beskrives videnskabeligt v.h.j.a. matematikken, alt andet kan i sidste ende reduceres til disse grundlæggende materielle kategorier.

Det er indlysende, at i en sådan mekanistisk verden uden formål og værdier, hvor "*kattens skrig er som dørens knirken*", er der ingen grænser for, hvad mennesker kan tillade sig. Naturen er åben for manipulation. Der er ingen af Gud nedlagte formål og værdier i naturen, som vi bør respektere, lige så lidt som vi behøver at respektere et tårnurs tandhjul. Det er i fuld overensstemmelse med

verdens orden at forholde sig eksperimenterende og manipulerende til både den livløse og den levende natur.

Vi har således to forskellige systemer af viden, som er udtryk for to vidt forskellige opfattelser af menneske og natur. Begge videnssystemer giver anledning til sammenhængende metafysiske systemer. I det middelalderlige system er den teologiske og teleologiske viden overordnet og bestemmende for opfattelsen af mennesket og dets plads i naturen. I det nye mekanistiske verdensbillede er den objektive, matematiske og naturvidenskabelige viden den overordnede. Gud har fået en passiv rolle, og værdier og formål er bortvist fra naturen, som nu er åben for menneskelig manipulation.

Foruden at have metafysiske implikationer vil et videnssystem også have bestemte instrumentelle funktioner. Dette kan vi igen illustrere med hhv. den middelalderlige naturerkendelse og det 17. århundredes naturvidenskab. I det thomistiske system udførte naturerkendelse primært en moralsk funktion. Igennem korrekt naturvidenskabelig forskning vil det være muligt at eliminere overtro og nå frem til den korrekte forståelse af Guds skaberværk og dermed til den rigtige fortolkning af de hellige skrifter. For Thomas er naturvidenskabernes metafysiske funktion altså primær. Han ville under ingen omstændigheder være tilfreds med en naturerkendelse, som kun redegjorde for naturens virkningsmekanismer, og som tilstræbte en teknisk beherskelse af naturen. Det, naturvidenskaberne kan bruges instrumentelt til, er at forbedre menneskenes forståelse af Gud og skaberværket og i den forbindelse forbedre vore livsvilkår. Naturvidenskabernes rolle er ikke primært at bidrage til teknisk produktion eller naturbeherskelse. Målet er indsigt i livets mening og hensigt.

Betragter vi nu den naturvidenskabelige viden i det 17. århundrede, er det indlysende, at den ikke i samme grad har en etisk og teologisk funktion. Naturen er blevet tømt for formål og værdier, den videnskabelige metode er blevet eksperimentel i modsætning til den thomistiske sensuelle, dagligdagserfaring, og der er ingen tabuer, som forbyder os at udnytte naturkræfterne til vor egen fordel. Dette videnskabelige verdensbillede åbner således muligheden for, at naturvidenskaberne kan have en egentlig teknisk instrumentel betydning. Viden er blevet forbundet med magt og beherskelse.

Denne instrumentelle opfattelse kommer nok tydeligst frem i Francis Bacons (1561-1626) værker. For Bacon tjente erkendelse først og fremmest det formål at forbedre vore handlingsmuligheder. Det egentlige mål for sandhed er praktisk nytte: *"Truth therefore and utility are here the very same thing; and works themselves are of greater value as pledges of truth than as contributing to the comforts of life."*<sup>7)</sup> *"What is most useful in practice is most correct in theory"*.<sup>8)</sup> *"The improvement of man's mind and the improvement of his lot are one and the same thing."*<sup>9)</sup>

---

7) Francis Bacon: *Novum Organum*, I, p. 124 fra: *The Works of Francis Bacon*. Collected and edited by B.D. Heath. Longman, London 1857-1875.

8) Francis Bacon: *Novum Organum*, II, p. 4. Smstds.

9) Francis Bacon: *Thoughts and Conclusions*. Smstds.

Man kan med en vis ret sige, at siden renæssancens videnskabelige gennembrud har båndet mellem naturvidenskabelig erkendelse og praktisk, instrumentel udnyttelse og magt udviklet sig tættere og tættere. Idag er båndet i den industrielle del af verden blevet så tæt, at naturvidenskab og teknisk rationalitet af mange bliver identificeret med hinanden.

Videnssystemer er knyttet til sociale institutioner. Der kræves normalt en formel uddannelse for at blive en anerkendt repræsentant for et videnssystem. Udvikling, uddannelse og varetægelse af forskellige funktioner sker oftest inden for et system af institutioner, i nogle videnssystemer med en høj grad af specialisering med bestemte opgaver og privilegier. Det var tilfældet med den middelalderlige kirke, og det er tilfældet med vore dages naturvidenskabelige videnssystem. Den form, institutionerne har, er imidlertid forskellig. Den middelalderlige kirke var præget af et omfattende hierarki, og afgørelser af, hvad der måtte anses for sandt, lå i toppen. Noget lignende er gældende inden for det naturvidenskabelige hierarki i dag. Videnskabens vitterligt høje grad af kompleksitet har medført en stærk arbejdsdeling, både i form af specialisering og af institutionelt hierarki, som for folk uden for systemet (og i mange tilfælde folk inden for systemet) er uigennemskueligt. I modsætning hertil står f.eks. det afrikanske medicinske videnssystem, vi senere vil behandle. I dette system er klienten i høj grad i stand til at vurdere den viden, medicinmanden - den professionelle repræsentant for systemet - lægger frem i sin behandling.

Ofte begrundes videnssystemer og de dertil knyttede institutioner eksplicit ud fra deres instrumentelle og/eller metafysiske funktioner. Den middelalderlige kirkes lære begrundedes ved, at den tjente Gud, og det moderne naturvidenskabelige videnssystem og de dertil knyttede institutioner begrundes hovedsageligt ud fra deres instrumentelle funktioner.

Videnssystemer er tillige begrundede i, at de understøtter en bestemt samfundsorden - de har en legitimerende funktion. Som bekendt spillede den middelalderlige kirke en dominerende rolle i det politiske og økonomiske liv, og det var en vigtig opgave for det teologiske videnssystem at cementere denne magt. Den middelalderlige kirke var den synlige kirke, d.v.s. de kirkelige institutioner og det gejstlige hierarki, hvis øverste hersker var paven. Dens verdslige øvrighed, hvis opgave det var at opbygge og vedligeholde den kristne stat, må rette sig ind under kirkens åndelige autoritet. Det middelalderlige samfund er teokratisk.

I renæssancen og det efterfølgende århundrede bliver den kirkelige magt nedbrudt og delvis erstattet med mere verdslige systemer. Dette sker i det væsentlige samtidig med nedbrydningen af det middelalderlige, formålsmættede verdensbillede. Som vi har set, afpersonificeres Gud, og hans rolle reduceres til blot at være igangsætter. Teologien adskilles fra politik og videnskab. Religion bliver et samvittighedsspørgsmål, som intet har at gøre med naturen og samfundet. Samfundsindretningen kan ikke betragtes som en naturlig orden, men skal baseres på fornuft og videnskab. På denne måde bliver det politiske og sociale system verdsliggjort og efterhånden helt løsrevet fra den religiøse magt, som lidt efter lidt mister indflydelse. En teologisk uddannelse er ikke længere den naturlige forudsætning for politisk magt. Det verdslige, videnskabsbaserede videnssystem har overtaget rollen som grundlaget for den politiske og økonomiske magt. Teokratiet

bliver i århundrederne efter renæssancen langsomt udskiftet med teknokratiet, hvor den teknologiske, videnskabelige viden danner grundlaget for opfattelsen af samfund og natur.

Både det teologisk baserede, middelalderlige videnssystem, som vi her har illustreret med Thomas Aquinas, og det videnskabeligt baserede videnssystem, som udvikles i renæssancen og de følgende århundreder, har spillet en afgørende, samfundsmæssig rolle, idet de begge har fungeret som et led i og legitimering af bestemte samfundsnormer. Teokratiet er en naturlig konsekvens af den middelalderlige tænkning og kan derfor begrundes og legitimeres ud fra dette videnssystem. Tilsvarende har teknokratiet, som kort defineret består i, at samfundets institutioner og magtfordeling er begrundet ud fra den tekniske, videnskabelige rationalitet, en naturlig sammenhæng med det videnskabelige gennembrud. I den middelalderlige teokratiske verden var den målrationalle aktivitet i det væsentlige underlagt værdimæssige spørgsmål, hvorimod teknokratiet netop vil være karakteriseret ved, at den tekniske, målrationalle aktivitet har taget herredømmet over værdirationaliteten. Denne omvendelse af viden og værdi og dermed udskiftningen af et teleologisk videnssystem med et teknisk, rationelt har haft afgørende betydning for udviklingen af det moderne industrialiserede samfund. En vigtig funktion af et videnssystem er således at cementere og legitimere en bestemt samfundsform.

## Kriser

Der var flere grunde til at det thomistiske videnssystem efter renæssancen kom i krise og mistede indflydelse.

Vi har omtalt at den begyndende naturvidenskabelige forskning gav erkendelser, som stred mod det thomistiske videnssystems forklaringer.

Men det var ikke enkelte inkonsistenser, som førte til videnssystemets krise. Der har også igennem hele den moderne naturvidenskabshistorie været utallige eksempler på inkonsistenser og modstridende teorier, og der er det i vore dage, uden at det fører til alvorlige kriser.

Det afgørende var, at flere og flere kendsgerninger var uforenelige med de grundlæggende metafysiske antagelser, som det thomistiske system hvilede på. Mekanikken, statikken, optikken og astronomien førte alle til opdagelser og teorier, som stred afgørende mod de basale antagelser i den aristoteliske, middelalderlige verdensopfattelse. Desuden blev det i stigende grad uholdbart at opretholde en naturopfattelse, hvor objekterne i naturen var tillagt værdier og formål, og hvor undersøgelser og manipulationer var syndige. Endelig udvikledes en anden samfundsorden, der ikke kunne begrundes ud fra det gamle videnssystem. I takt med at den politisk-økonomiske magt overgik til verdslige institutioner, blev der behov for en anden form for legitimering af den politiske magt. Videnssystemet kom således i krise, fordi det ikke længere kunne besvare de spørgsmål som stillede, eller sagt på en anden måde, fordi dets metafysiske, instrumentelle og legitimerende funktioner oplevedes som utilstrækkelige.



Det er vigtigt at bemærke, at et videnssystem har en høj grad af resistens overfor erkendelser og opfattelser, som truer med at føre til kriser. Det er for det første vanskeligt at udvikle, overskue og yderligere overbevise andre om opfattelser, som strider mod de gældende opfattelser inden for et videnssystem. Videnssystemets forståelsesramme og rationalitet sætter grænser for erkendelse og argumentation, som det er vanskeligt at overskride. Hertil kommer at videnssystemer i lange perioder kan leve med i hvert fald begrænsede inkonsistenser og modstridende opfattelser. Endelig vil de institutioner, der er knyttet til et videnssystem, reagere mod kriser og dermed mod trusler mod deres eksistens og berettigelse. Et klassisk eksempel er Galilei, der af repræsentanter for det endnu herskende videnssystem blev tvunget til at afsværge den erkendelse, som kunne true videnssystemet og dermed kirkens magt.

Selvom sådanne sanktioner ikke anvendes idag, har også moderne videnssystemer institutioner, som udfra en høj grad af autoritet kan søge at afværgе trusler mod deres berettigelse. Ofte vil kendsgerninger og opfattelser, som strider mod etablerede teorier, blive fortrængt eller bagatelliseret.

I forbindelse med videnssystemers forsvar mod kriser spiller uddannelser en vigtig rolle. Det er i høj grad gennem uddannelser, at videnssystemets forståelsesramme og rationalitet etableres, og de videregående uddannelser, som giver adgang til videnssystemets autoritet, bidrager til at sikre de studerendes værdsættelse af systemets begrundelse.

## KAPITEL 3.

### En afrikansk sandsiger

Før i tiden var der meget lidt monopolisering af viden hos Nyolefolket i Østuganda. Gennem generationer har dette bantufolk levet af deres afgrøder og kvæg - og den viden, der var nødvendig for at klare sig, opnåede de gennem erfaring. De nødvendige kundskaber var forskellige for mænd og kvinder, men alle kunne opnå dem i løbet af deres liv. I dette århundrede har engelsk kolonialisme og Ugandas udvikling til uafhængig stat introduceret vestlig uddannelse, statsbureaukrati og arbejdsmæssig specialisering - alt baseret på tilgang til specialiseret, monopoliseret viden. Alligevel ernærede de fleste familier sig stadig ved landbrug, da jeg boede hos Nyole først i 70'erne, og i dagligdagen var de ikke særligt afhængige af eksperter.

En side af livet udgjorde en undtagelse. Med hensyn til fortolkning og behandling af forskellige former for modgang erklærede Nyole ofte, at deres egen viden og evner var utilstrækkelige. Hvis kvæget døde, eller høsten slog fejl, hvis børnene dumpede til eksamen, eller ægteskaber blev ved med at gå i stykker, sagde de som regel, at de ikke kendte årsagen dertil. De var nødt til at konsultere en ekspert, en sandsiger, for at finde frem til sandheden.

Den mest almindelige grund til, at en Nyole søgte ekspertviden, var sygdom. Vestlig medicin var i 70'erne tilgængelig og meget brugt i det østlige Uganda. Men når Nyole på en bestemt måde sagde, at de ikke vidste noget om en sygdom i familien, og at de var nødt til at skaffe sig viden om den, så var den viden, de refererede til, ikke den medicinske videnskab, som personalet på sundhedscentre var uddannet i. Blev sygdommen ved, virkede klorokin og penicillin ikke, så sagde de, at "*der var en grund*", og de "*gik hen for at spørge*" ved sandsigerens hytte.

Sandsigerkunsten er gammel i Østafrika og en af de få traditionelle færdigheder, der overlevede lokalsamfundenes integration i den moderne verdensøkonomi. Sandsigeren synes at være anerkendt og benyttet som en kilde til afgørende viden, for hans indsigt vil danne grundlag for behandling; enten udført af ham selv, af en anden helbreder eller af familien.

I det følgende vil vi se på strukturen af Nyoles videnssystem og arten af den teori, som giver forklaringer på modgang. Først beskrives indholdet af deres viden: de forklaringstyper, de plejer at anvende på modgang. Dernæst vender vi os mod denne videns sociale organisering: specialisten og klientens roller. Herunder vil vi undersøge områder, hvor deres forhold til specialister står i modsætning til vores. Til sidst vil vi diskutere arten og anvendelsen af Nyoles teori om modgang og grundene til, at den er så afgørende og opleves relevant.

## En teori om årsager til modgang

Folk i Bunyole synes at bevæge sig på to planer, når en form for modgang skal behandles. Det ene plan kan beskrives som almindelig sund fornuft, hvor besværligheder behandles alene ud fra deres symptomer eller endda ignoreres. Et barn med diarré bringes til klinikken eller får noget urtemedicin af en nabo, en barnløs brud håber at blive gravid i næste måned. Symptomer er ikke mere, end de ser ud til, og de behandles på deres egne betingelser. Kun hvis denne behandling mislykkes, eller hvis de ubehagelige ting er usædvanlige eller farlige, bevæger folk sig ud over dette plan i deres opfattelse af situationen. Så begynder de at spekulere over, hvilke usynlige årsager der ligger bag den virkelighed, de oplever. De bevæger sig fra sund fornuft til teori, når de forsøger at forklare, hvorfor begivenheder udvikler sig, som de gør. Og de søger en forklaring - ikke blot for den intellektuelle tilfredsstillelse ved selve forståelsen - men for at kunne tage sig af årsagen, for at kunne supplere symptomatisk behandling med ætiologisk.

Hvilke teorier har Nyole om ulykker? For at kunne besvare dette spørgsmål, må man begynde med at opridse den generelle forståelsesramme for deres viden. Som mange andre afrikanske folk lever Nyole i en verden, hvor menneskelig lidelse hverken er tilfældig eller forårsaget af upersonlige kræfter. Skæbnen er ikke blind. Der er hensigt og mening bag ulykke og tragedie. Bliver et barn kørt over af bussen, bliver en mand ramt af lynet på en spadseretur, eller bliver en kvinde bidt af en slange under arbejdet i hirsemarken, er det ikke bare uheldigt, som vi ville sige. Nyoles synspunkt er, at lidelse forårsages af mennesker - eller åndevæsener - og rammer bestemte personer, sædvanligvis af en letforståelig årsag. Et menneske eller en ånd fik barnet til at løbe ud på vejen netop på det tidspunkt af dagen, hvor bussen passerede. Nogen betalte regnmageren for at få lynet til at slå ned, nogen fik slangen til at ligge på lur i netop det markstykke, hvor kvinden lugede.

Det univers, Nyole søger forklaringer i, består af mennesker eller menneskeliggende væsner og i menneskelige følelser og relationer. Nyoles teori hviler som mange andre af verdens kulturer på en personificeret kosmologi. De, der skaber lidelser, kan være personer: hekse, mennesker med onde øjne, folk som forbander eller bruger sort magi mod andre. Eller det kan være ånder: genfærd, guder, dæmoner eller ånder, der står i forbindelse med naturen, med bestemte steder eller forskellige grupper af mennesker. Disse væsener menes alle at handle med hensigt og at være motiverede af forståelige lidenskaber: ondskab, griskhed, misundelse, hævnthirst, behov for anerkendelse og for at blive husket, eller retfærdig vrede hos én, der er blevet gjort uret imod.

Udover at være personificeret, er Nyoles kosmologi i høj grad en social kosmologi, idet sociale relationer indgår i forklaringen af naturlige begivenheder som sygdom eller død. Desuden er social identitet og sociale værdier tæt forbundne med modgangens videnssystem, som vi vil få at se.

Denne opfattelsesmåde giver helt andre komplikationer end videnssystemer, hvor forklaringer søges i et univers af materielle objekter. Den idé, at sundheden opretholdes af en balance mellem kræfter eller temperament i kroppen (varm

og koldt, sort og gul galde, tørt og fugtigt), eller at kroppen kan påvirkes af mikroskopiske organismer (bakterier, virus), har ikke, som Nyoles opfattelse, umiddelbare sociale implikationer.

Det særlige videnssystem, Nyole bruger til at fortolke modgang har et stærkt moralsk element - en optagethed af, ikke blot hvordan verden er, men også hvordan den burde være. Dette ses meget tydeligt i de forklaringer, der forbinder modgang med den lidendes position overfor slægtninge og slægtsgrupper. Her knyttes slægtskabsforpligtelser - og det at man ikke lever op til dem - til fænomener som sygdom, sterilitet og kvægdød.

En af de mest almindelige forklaringer på modgang er forbandelse. Hvis ældre slægtninge ikke æres og respekteres på passende vis, siges de at have magt og ret til at forbande de yngre. En typisk situation kan være, at en ung kvinde har giftet sig og hendes fader modtaget brudepris for hende - fem køer, syv geder og et par hundrede shillings. Han har derefter undladt at fordele nogle af disse dyr til hendes bedsteforældre, tanter og onkler, hvilket han ifølge skik og brug burde have gjort. Efter flere års ægteskab er bruden stadig ikke blevet gravid og begynder at frygte, at hun er ufrugtbar - en tragisk skæbne i et samfund, hvor børn regnes for vigtigere end alt andet. Grunden til hendes lidelser er angivelige forbandelser fra en eller flere af de fornærmede slægtninge. Det siges for eksempel, at brudens fader "*undlod at huske*", at hun havde en morbroder, som havde ret til en ko fra brudeprisen. Derfor har morbroderen appelleret til forfædrene om at hævne uretten ved at ødelægge den frugtbarhed, der betales brudepris for. Forfædrene er per definition moralske væsener, og selv om morbroderen ikke var gået til forfædrenes helligdom og havde udtalt forbandelsen, ville forfædrene alligevel have set synden - og den retfærdige vrede i hans hjerte - og påført bruden ufrugtbarhed. Gennem lidelse "*lærer*" bruden (og hendes fader), at hun har en morbroder og at erkende den moralske nødvendighed af at respektere hans rettigheder. At diagnosticere en forbandelse er en erkendelse af moralsk autoritet, og denne erkendelse gives dramatisk form under behandlingen af forbandelsen, der består af et ritual, hvori den forbandede knæler for forbanderen og modtager tilgivelse og velsignelse.

I Nyoles teori har forfædre magten til at effektuere de ældre slægtnings forbandelser, men forfædrene kan også handle på egen hånd for at straffe deres levende efterkommere, hvis de ikke ærer dem ved bønner og ofringer. Den vigtigste ceremoni, en storfamilie kan deltage i, er den **anden** begravelsesceremoni. Den samler alle den afdødes slægtninge, og festen varer i mange dage - med dans, musik og store mængder af mad og øl. Dyr slagtes, for at de døde kan smage blodet og de levende spise kødet. Det er en kostbar ceremoni, der kræver komplicerede forberedelser, og derfor kan den blive udsat i op til ti eller tyve år. Men det er den ældste mandlige slægtnings uomgængelige pligt at hædre den afdøde på denne måde. Hvis en families børn plages af sår, eller hvis hver eneste ølbrygning mislykkes, kan forklaringen være, at forfædrene er blevet fornærmede, fordi deres rettigheder ikke er blevet respekteret. Denne fortolkning af modgang understreger, at forpligtelserne over for ældre slægtninge fortsætter, selv efter at de er døde. Slægtssolidariteten og slægtsidentiteten dramatiseres (og nydes fuldt ud) ved erindringsfesten.

Noget lignende kan iagttages med hensyn til de ånder, der er knyttet til hver enkelt klan. I modsætning til forfædrene er disse ånder ikke afdøde slægtninge; men de repræsenterer slægtskabsprincippet: Da hver klan har sin egen specielle ånd (eller ånder), og da enhver Nyole tilhører sin faders klan, har alle en relation til en klanånd. Ånderne siges at stille krav til deres klanmedlemmer, som har pligt til at huske dem. Ganske ofte ignoreres disse forpligtelser, indtil en eller anden ulykke forklares med, at klanånden ønsker en ceremoni eller et offer. Ligesom anden begravelsesceremoni tjener denne handling til at dramatisere den sociale identitet - i dette tilfælde éns identitet som klanmedlem. Og heri findes også et moralsk element. Klanånderne er ikke onde, når de forårsager modgang. De har ret til at stille krav, ligesom opdelingen af den sociale verden i klaner er rigtig og rimelig. At fortolke modgang som klanåndernes værk sætter lidelsen ind i den sociale strukturs og den sociale identitets større perspektiv.

Men ikke alle tilfælde er forårsaget af magter, som repræsenterer et velordnet socialt liv. Mange sygdomme og dødsfald i Bunyole fortolkes som trolddom (sort magi). En troldmand er en fjende, der handler selvsk ud fra onde følelser. Jalousi, misundelse, ondskab og hævnthirst menes at kunne motivere folk til at forgifte mad og drikke, begrave en stærk medicin, som ofret kan gå hen over eller betale en specialist for at manipulere med farlige stoffer, der kan fremkalde lidelse. Folk i en konkurrencesituation - medhustruer, skolekammerater og kolleger - kan nemt mistænke hinanden for trolddom og fortolke modgang i overensstemmelse hermed. En forsmået elsker eller en mand, med hvem man strider om jord, kan mistænkes for at forårsage vanvid eller død gennem trolddom. Mistanke om trolddom kan opstå blandt slægtninge - ikke mindst mellem brødre, som skal dele deres faders jord. Men at anklage en slægtning for trolddom er det samme som at sige, at vedkommende ikke har handlet som en slægtning bør, og det kan danne grundlag for ikke at behandle ham som en slægtning. Mens forbandelse er moralsk og understreger slægtskabets værdier på positiv vis, er trolddom negationen af alt, hvad slægtskab bør være. Der udføres ingen offentlig forsoningsceremoni for at lindre den lidelse, der skabes gennem trolddom. Ofret vil snarere under vejledning af en medicinmand, udføre hemmelige riter for at vende trolddommen mod dens ophavsmand. Dette er modtrolddom - moralsk tvivlsom, men ud fra et Nyolesynspunkt er forståelig måde at hævne trolddommens ondskab på.

Som sagt opererer Nyoles teori om modgang ikke med skæbne eller tilfældighed, men der er faktisk visse forklaringer, der kommer temmelig tæt på forestillingen om umotiveret lidelse. Det er de fortolkninger, der tilskriver modgang "små" eller "fremmede" ånders handlinger. I modsætning til andre anstiftere af lidelse menes disse ikke at have noget tidligere forhold til ofret. Man møder dem tilfældigt på vejen eller i skyggen af et træ, hvor man er standset for at hvile sig. De kommer ind i hjemmet og gør børnene syge eller roder rundt i gravide kvinders skød og forårsager aborter. Der er ingen særlig grund, det være sig moralsk eller umoralsk, til at de angriber én person frem for en anden. Hverken had eller uopfyldte forpligtelser kan forklare det. Alligevel er disse slægtsløse ånder væsener med hensigter, idet de "vil spise", og de kan bestikkes med offergaver. Får de, hvad de ønsker, vil de forsvinde og lade ofrene være i fred. Måske kan disse ånder forstås som et logisk alternativ til de andre forklaringer;

hvor ingen problematiske forhold til slægtninge, fjender, forfædre eller klanånder kan forbindes med en bestemt vanskæbne, giver de slægtsløse ånder en fortolknings- og behandlingsmulighed.

Taget under ét omfatter disse menneskelige og åndelige modgangsstiftere som begreber ikke blot Nyoles sygdomsteori, men, set i en større sammenhæng, et videnssystem om menneskelig lidelse. Det er blevet påvist, at et videnssystem afgør, hvilken slags spørgsmål man kan stille til virkeligheden. "*Et videnssystem åbner for visse typer problemformulering og udelukker andre*". I Nyoles videnssystem bliver de spørgsmål, der er så vigtige for vestlig medicin såsom sygdomsprocesserne i kroppen eller endda sygdomssymptomers nøjagtige natur end ikke stillet. I stedet koncentrerer opmærksomheden om modgangens egenart - hvorfor overgik dette mig? Svaret findes i individets relationer til de væsener, der antages at have forårsaget modgangen, og behandlingen består i at gøre noget ved disse relationer.

## Viden og eksperter

Nyoles videnssystem, som jeg har opridset det, er hver mands eje. Alle voksne og mange børn kender til lidelsens årsager. Men i hvert konkret tilfælde opstår der det analytiske problem at afgøre hvilken særlig anstifter, der er indblandet. Der findes flere ætiologiske kategorier (hekseri, forbandelse o.s.v.), og inden for hver kategori er der adskillige mulige anstiftere. Hvilken onkel forbandede? Hvilken fremmed ånd stødte den uforsigtige rejsende ind i ved korsvejen? Teorien må anvendes på den konkrete situation; uvished og vaklen må fjernes ved en klar analyse, der udpeger en bestemt anstifter og en passende behandling.

Lejlighedsvis synes årsagen til modgang at afsløre sig selv; sagen synes oplagt for de involverede parter. En kvinde, som har følt sig sløj, kan en dag begynde at ryste og græde, en ånd taler gennem hende og udtrykker sit navn og sine krav. Eller man finder faktisk trolddomsmedicin - en død øgle og noget pulver pakket ind i et bananblad kan være blevet lagt uden for ens dør få dage efter en bitter strid med en nabo.

Men sædvanligvis siger folk, når de grunder over spørgsmålet om årsag: "*Vi ved det ikke, måske ligger der noget bag dette, vi må spørge, lad os betale en sandsiger et honorar for at få det opklaret!*" I 1970 var to shillings normalprisen for en sandsigelse i Bunyole. De fleste sandsigere var også specialiserede i en eller anden form for terapi som åndeuddrivelse eller tildeling af medicin. Disse ydelser kostede ekstra. Men sandsigelsen, selve diagnosen af tilfældet måtte stilles først.

I Bunyole er der to fremherskende sandsigelsesmetoder: åndebesættelse eller geomanti ved hjælp af arabiske bøger. "Kalabasraslende" sandsigere har arbejdsfællesskab med flere hjælpeånder. Under en sandsigelse rasler de med kalabasserne og synger, indtil ånderne besætter dem og taler gennem dem for at afsløre årsagen til klientens problem. Geomanterne udfører obskure beregninger og rådfører sig med tabeller og passager i arabiske bøger for at afsløre modgangens årsager. Skønt metoderne er meget forskellige, er der en forbløffende lighed

mellem konsultationernes form og de konklusioner, der drages hos de to forskellige typer specialister.

En sandsiger forventes ikke at arbejde på baggrund af personligt kendskab til tilfældene. Af denne grund vælger folk ofte at konsultere en, der bor noget borte - sådan at han vil fortælle sandheden og ikke være påvirket af rygter eller af bekendtskab med de involverede parter. Den almindelige mening er, at kilden til en sandsigers viden er hans ånder eller hans bøger. På sin vis konsulterer hans klienter disse og ikke sandsigeren selv. Det er i sidste ende på baggrund af disses autoritet, at klienten ved hjemkomsten kan forklare sin familie, hvad "*sandsigelsen har sagt*."

## Nyoles eksperter - og vores

Når vi ser, at Nyole konsulterer sandsigere for deres sundhedsproblemer og for at finde årsager til dødsfald, kan vi fristes til at sammenligne sandsigeren med vor egen kulturs læge. Begge er eksperter, som uddeler afgørende viden om sygdom, som behandler patienter eller diagnosticerer og anbefaler behandling hos andre. Begge er teoretikere i den forstand, at de begrebsliggør årsag og virkning på et mere abstrakt plan end de fleste mennesker gør i dagligdagen. Alligevel arbejder Nyolesandsigere og vestlige læger inden for meget forskelligt konstruerede videnssystemer. På en måde er de overhovedet ikke sammenlignelige.

Først og fremmest beskæftiger sandsigere sig, som allerede nævnt, med alle problemtyper, ikke blot sygdom. De samme anstiftere, der forårsager sygdom, formodes også at forårsage ægteskabelige problemer, arbejdsløshed og sågar bittert øl. Med hensyn til de problemer, han behandler, er sandsigeren en **generel** behandler. Derimod er selv en praktiserende læge hos os meget specialiseret, alene derved at han kun behandler sundhedsproblemer.

Nyolesandsigeren beskæftiger sig med personer, ikke med kroppe eller sygdommens væsen. Ofte går den syge ikke engang selv til sandsigeren; en anden går på hans vegne. Under konsultationen tales der kun lidt om sygdommens symptomer, der tales i stedet om personens sociale og rituelle stilling; man berører konflikter, fjender, forpligtelser og forholdet til ånderne. Sandsigeren er lige så meget præst, psykolog og socialrådgiver.

I modsætning hertil undersøger læger i vores kultur sygdommens symptomer omhyggeligt. Det er selvfølgelig ikke ualmindeligt, at disse symptomer har forbindelse med patientens arbejdsforhold, ægteskabelige konflikter, ængstelse, frygt eller sorg. En midaldrende kvinde klager over rygsmerter, træthed, nedtrykthed og søvnløshed. Lægen undersøger hendes ryg, foreskriver anti-depressiv medicin og sovepiller. Det kan godt være, han er klar over, at hendes symptomer skyldes lange arbejdsdage i mandens bageri, husholdnings- og børneproblemer og jalousi over mandens flirten med andre kvinder; men som læge er det hans pligt at behandle hendes fysiske og til en vis grad mentale svagheder og ikke hendes åndelige, følelsesmæssige og sociale situation.

Der har været megen kritik af "apparatfejl"-opfattelsen inden for medicin, og de fleste læger er opmærksomme på sociale og følelsesmæssige faktorer

betydning for helbredet. Praktiserende læger fortæller, at en meget stor del af deres patienter i bund og grund lider af personlige og ikke fysiske problemer. Men hele formålet med lægernes uddannelse er den fysiske genoprettelse af fejlfunktioner. En læge kan godt vise deltagelse for patientens sociale og åndelige situation, men at behandle denne ligger uden for hans faglige kompetence. Vi kan godt beklage, at vores læger fokuserer for meget på biomedicin, men vi ville ikke nøjes med at beklage den læge, der ikke opdager en hjernesvulst, fordi han antager, at hovedpinen er udtryk for psykologiske problemer. Han ville have tilsidesat sit grundlæggende ansvar som læge.

Det er tydeligt, at både Nyoles system og vores eget har såvel fordele som ulemper. Nyolesandsigeren er, gennem sin anerkendelse af de sociale, psykologiske og åndelige sider af en persons liv, i stand til at yde forståelse, støtte og nogle gange helbredelse.

Venner fra Bunyole har givet mig eksempler på lidelser, som blev lindret gennem anvendelse af viden fremkommet ved sandsigelse. Der er mange problemer ved at måle afrikanske behandleres "effektivitet" ud fra vestlige normer. Men det er blevet foreslået, at visse former for mentale sygdomme meget vel kan behandles effektivt gennem den afrikanske metode.

En undersøgelse af skizofreni udført af WHO for nylig viste, at 58% af de nigerianske patienter med en første diagnose lydende på skizofreni var symptomfrie efter to år. Kun 8% af de danske patienter med samme diagnose blev symptomfrie i det samme tidsrum. En anerkendelse af de sociale og åndelige aspekter af en lidelse kan være meget afgørende for behandlingen af mentale sygdomme.

Fysiske symptomer kan også lindres gennem Nyolemedicin, i særdeleshed når de forbindes med andre problemer. Den vestlige læge giver kvinden, der lider af rygsmærter, træthed, sorg og jalousi over mandens flirten, et beroligende middel. En Nyolesandsiger vil anbefale kærlighedsmedicin for at sikre mandens hengivenhed og muligvis trolddoms- eller modtrolddomsmedicin til at klare den anden kvinde. Nyolesandsigeren tager sig af problemets årsag og ikke kun af dets symptomer.

Svagheden ved Nyolesystemet er, at det mangler den forståelse for sygdommes forløb, der har gjort vestlig medicin så virkningsfuld i nogle henseender. Nyoles sygelighed og dødelighed er blandt Ugandas højeste; halvdelen af alle børn dør, inden de bliver fem år på trods af alle de konsultationer, bekymrede forældre foretager hos eksperterne.

En sandsiger, som på min opfordring førte journal, skrev det følgende:

*Jeg søgte sandhed for en mand, hvis kone for nylig havde født. Hendes vagina var opsvulmet, hun havde feber og kunne ikke gå. Jeg sagde ham, at Seja, lamhedens ånd, havde besat hende. Det var ingen nytte til at tage på hospitalet. Seja må have sin offergave.*

Man kunne sige, at denne sandsiger så langt fra at være holistisk, var ensidig i sin betoning af de åndelige årsager; han kunne ikke se det vigtige i at behandle de patologiske processer i kvindens krop.

Det siges til tider, at videnssystemer som Nyoles er konservative og traditionelle, i modsætning til vestlig videnskab, der er åben, eksperimenterende og bestandig



på jagt efter ny sandhed. På visse områder er Nyolesystemet dog meget mere åbent end vores. I de sidste 60 år har der vist sig store forandringer i Nyoles holdning til modgang. Det første sundhedscenter åbnede i 1924, og Nyole lærte hurtigt at sætte pris på kirurgi, piller og indsprøjtninger. Metoden med sandsigelse ved hjælp af arabiske bøger indførtes i dette århundrede af muslimske handelsmænd og er blevet meget populær. Nogle sandsigere og medicinmænd har været særligt opfindsomme med hensyn til at optage og indarbejde nye elementer. En kalabasraslesandsiger påstod endda, at hans særlige sandsiger-ånder ikke fandtes i Bunyole i gamle dage - de kom ad de veje, europæerne anlagde. Alt i alt har Nyolesandsigerne og deres klienter accepteret ny teknik meget hurtigere end for eksempel vestlig lægevidenskab ville kunne acceptere en udvidelse af det faglige niveau, endsige noget der lignede Nyoles behandling af en sygdoms overnaturlige årsager. Og det uanset hvilken grad af succes, man har med den accepterede behandling.

En af de grundlæggende strukturelle forskelle mellem Nyole- og vestlig viden om lidelse er graden af professionalisme og ortodoksi i de to systemer. Nyoles bogsandsigere tilegner sig deres evner gennem et lærlingeforhold, der varer fra nogle få måneder til et år. Kalabasraslesandsigerne påtager sig ofte deres rolle som reaktion på egen modgang. De lider måske af en sygdom eller af impotens eller opfører sig mærkeligt. Når de så prøver at finde ud af årsagen hertil, bliver det fortalt dem, at sandsigende ånder har udvalgt dem til at arbejde som sandsigere. De indvies af to erfarne sandsigere, der skal ikke tages eksaminer, sandsigerne skal ikke tilslutte sig professionelle organisationer, og der er ingen etisk kode, de behøver at overholde. Der kan ikke klages over sandsigere, der udfører deres opgaver dårligt eller usædvanligt. Den eneste begrænsning i deres arbejde er, at kunderne skal blive tilfredse; de kommer ikke, hvis opgaverne ikke udføres overbevisende. Idiosynkratiske metoder og "moderne" påhit kan faktisk tiltrække kunder, og der er ingen højere professionel autoritet, der kan dømme ideerne som uortodokse eller uetiske.

I modsætning hertil underkastes læger i vores kultur i årevis indoktrinering i et bredt spektrum af viden og færdigheder, som de ikke bør afvige fra. Da denne viden i modsætning til Nyoles er nedskrevet, er større kontinuitet og konservatisme mulig. Eksaminer og videregående uddannelse sikrer ortodoksi, ligesom den omstændighed, at en læge skal gøre ikke bare sine patienter, men også sine kolleger tilfredse. Strengt sanktioner kan pålægges den, der arbejder ud fra metoder som ikke er accepterede. Nye ideer kan kun accepteres, hvis de kan begrundes ud fra det eksisterende videnssystems begrundelsessammenhænge. Udvikling af videnssystemet tillades kun gennem specialiseret forskning baseret på accepterede principper. Delvis på grund af disse barrierer over for nye ideer, flourer der en masse "alternativ lægekunst" uden for den medicinske institutions mure.

## Hvem kender sandheden?

Når en Nyole vender hjem fra en konsultation hos en sandsiger, fortæller han sin familie og sine venner, hvad sandsigelsen har afsløret om grunden til problemet og den passende behandling heraf. Hans opførsel viser, at den opnåede indsigt hviler på en meget større autoritet end hans egen. Hvis diagnosen har vist, at det drejer sig om en ældre slægtnings forbandelse, vil han henvende sig til denne slægtning og på en måde, der benægter, at han selv nogensinde kunne antyde noget sådant, fortælle, at sandsigelsen har påvist hans forbandelse. Det er, som klienten ikke er ansvarlig for udfaldet; han har hentet sin viden hos en ekspert. Han kan retfærdiggøre et hvilket som helst skridt i retning af offergaver til forfædrene eller åndeuddrivelse med at sandsigeren har anbefalet denne handling. Han kan også retfærdiggøre sin egen ondskab, modvilje og voksende fjendskab over for slægt eller rivaler med, at sandsigelsen har afsløret aggression fra deres side, det være sig forbandelse eller trolddom.

Men en grundig undersøgelse af hele reaktionsmønstret over for modgang antyder, at klienten selv har den største viden om årsagerne til sin modgang, fordi han har det mest dybtgående kendskab til sin egen situation. Den endelige afgørelse af, hvad der er sandt, ligger hos ham selv og ikke hos den ekspert, han konsulterer.

Klienten former sandsigelsens udfald på forskellige måder. Først og fremmest ved han, at sandsigere plejer at søge efter årsager ud fra deres eget speciale. Hos to sandsigere, hvis arbejde jeg undersøgte, fandt den, der ud over at sandsige også solgte modtrolddomsmedicin, at trolddom var årsagen i 40% af hans tilfælde. Den anden, som var specialiseret i riter til fjernelse af ånder, fandt kun trolddom indblandet i 9% af sine tilfælde, men at ånder var årsag i 73% af dem. Til en vis grad vælger klienterne deres sandsigere ud fra deres egen mistanke om årsager til deres besværligheder.

Under en konsultation kan en sandsiger finde mere end én årsag til et problem. For eksempel blev en kvindes sterilitet forklaret som de forenede påvirkninger fra to forskellige åndetyper, forfædres genfærd og to kvindelige slægtnings forbandelser.

Klienten kan så begynde med at behandle den årsag, han anser for mest sandsynlig (eller mest bekvem) at behandle. Kun hvis der ikke indtræffer en forbedring, vil han gå videre med at tage sig af de andre årsager, sandsigelsen afslørede.

Ikke blot kan en klient vælge mellem adskillige årsager, han kan også vælge mellem adskillige sandsigelser. Hvis han ikke er overbevist om, at den første sandsiger har vist ham sandheden, kan han gå ud på "sandsigermarkedet" for at høre en anden eller tredje opfattelse, før han påbegynder en behandling.

At klienten er den endelige dommer over sandheden, blev antydnet for mig ved flere lejligheder af både klienter og sandsigere. En mand fortalte, hvordan han havde konsulteret en relativt uerfaren (kvindelig) sandsiger. Efter to timer var han stadig ikke overbevist om, at hun havde fundet den sande grund til hans kones sygdom, så han nægtede at betale og gik hjem. Jeg spurgte engang en succesrig sandsiger om, hvorfor ånder aldrig fik skyld for dødsfald. Var ånder ikke

magtfulde nok til at dræbe? Det var de bestemt, sagde han, men hvis han fortalte sine klienter, at ånder var skyld i en slægtnings død, ville de ikke tro ham. Når det drejede sig om dødsfald, var de altid på udkig efter en troldmand, en menneskelig fjende. Han betroede mig, at hvis han bragte ånder på bane, blev klienterne misfornøjede og opsøgte en anden sandsiger.

Jeg har bedt flere sandsigere om at gøre optegnelser om deres konsultationer. Når man gennemlæser det, de valgte at notere ned, er det påfaldende, hvor tit der siges som følger: "*Sandsigelsen sagde (sådan og sådan) ... og klienten sagde: 'Det er rigtigt, du har vist det.'*" En sandsiger bemærkede, at klienten efter at have hørt diagnosen svarede: "*Det er sandt, for det er den tredje sandsigelse, der siger det samme.*" En anden behandler skrev: "*Den mand vidste (d.v.s. at det var sådan), han blev glad og betalte mig to shillings*".

Måske opnås den bedste forståelse af, hvordan viden og autoritet reelt fungerer i forholdet mellem sandsiger og klient, ved at lytte til deres samtale under sandsigelsen. Som tidligere nævnt, konsulterer klienter ofte sandsigere, de ikke kender, for at høre en "objektiv mening". Dette indebærer, at sandsigeren må have oplysninger og reaktioner frem hos sin klient under konsultationen for at kunne stille en plausibel diagnose. En dialog er nødvendig, og sandsigere har besvær med klienter, der er for reserverede og ikke spiller deres rolle som de bør.

En kalabasraslesandsiger begynder at synge og slå på sine kalabasser, indtil ånderne tager ham i besiddelse. Ved at tale gennem ham, kan de sige: "*Der er et sygt barn, der klager sig derhjemme*". Hvis dette er årsagen til klienternes besøg, svarer de: "*Det er sandt, og vi kender ikke grunden til denne klagen*". (Hvis de er kommet af en anden grund, siger de: "*Nej, vi hører ikke noget barn græde*", og venter på, at ånderne skal komme med et andet forslag). Når problemets art er fastslået, begynder ånderne at foreslå årsager. Til tider synes anstifteren selv at tale gennem sandsigeren. En afdød forfader kan sige: "*Jeg slår kvæget ihjel, fordi I ikke har hædret mig ved at ofre en tyr ved min anden begravelsesceremoni*". Til tider synes sandsigeren at føre en konversation med en menneskelig anstifter, hvis stemme høres utydeligt. Når samtalen er slut, taler han med normal stemme til klienten og siger: "*Troldmanden siger, at din fader måtte dø, for at han selv kan overtage din faders land*".

Det ser ud, som om der er en trevejs debat mellem sandsigeren, hans klient og de mulige anstiftere.

Klienterne må til stadighed reagere på de påstande, ånderne fremkommer med. Ind imellem forsøger sandsigeren at distancere sig fra forslag, der kasseres. For eksempel sagde sandsigeren under en seance, der vedrørte en ung gift kvindes sterilitet, at hendes moders broder var dukket op og påstod, at han havde dømt hende til barnløshed, fordi han ikke havde modtaget sin rimelige del af den brudepris, der blev betalt ved hendes bryllup. Klienterne forklarede, at de faktisk havde givet ham en ko, og at de ikke kunne tro, at han forbandede. Sandsigeren bemærkede, at morbrødre altid er grådige og kræver mere end deres andel, og begyndte så at ryste sine kalabasser for at fremkalde andre mulige forbandere og høre deres krav. Således diskuteredes et antal forskellige slægtnings krav, indtil klienterne til slut blev enige om det, de fandt sandsynligt.

Nyolesandsigere har megen indsigt i sociale og psykologiske processer i deres egen kultur. De har ofte mere viden om åndetyper og den passede procedure for riter end deres klienter har. Men for det meste deler ekspert og lægmand et fælles videnssystem. De opererer i en fælles logik baseret på fælles forudsætninger. Fordi diagnosen nødvendigvis må give mening i patientens og klientens egen livssituation, må de viderebringe den relevante information til sandsigeren, og de vil genkende den rigtige diagnose, når de hører den. De er afgjort eksperter, på en måde patienter i vores samfund ikke er det.

Alligevel er det Nyoles opfattelse, at klienten intet ved og må oplyses om årsagerne til modgangen. En mand, der vender tilbage fra en sandsigelse, er blevet gjort bevidst. Han mener, at han har opnået viden; i virkeligheden har han måske blot fået afklaret sin egen oprindelige forståelse af situationen. Men det at konsultere en ekspert sætter legitimitetens stempel på en analyse. Sandsigerens dom har en autoritet, en lægmands mening ikke har. Derfor bruger Nyole to shillings på at høre deres sandhed af en specialists mund.

## Videnstyper

Nyole sandsiger om årsagen til modgang for at kunne behandle den. Den diagnose, der modtages fra en sandsiger, er grundlag for handling, præcis som vestlig biomedicinsk behandling baseres på en bestemt fortolkning af et sygdomstilfælde.

Dette aspekt er tydeligt medvirkende i "afprøvnings"-processen, for hvilken der eksisterer et entydigt udtryk på Nyolesproget. En klient, der har fået fastslået en diagnose og som ønsker at gå videre med en passende behandling, gør oftest først en mindre indsats for at se, om patienten kommer sig. Hvis dette er tilfældet, kan der følge et højere honorar eller en mere kompliceret rite. Hvis patienten derimod ikke bliver bedre, kan det tages som et tegn på, at diagnosen var forkert.

Hvis sandsigelsen afslører, at forfædrene forlanger at der ofres en tyr, vil klienterne først tvinde et reb og lægge det på familiealteret med ordene: "*Lad vores lidelser blive fjernet, og vi vil bruge dette reb til at trække en stor tyr til ofring*". Hvis der er brug for medicin mod trolddom, prøver klienterne at forhandle sig til at betale en mindre sum først, for at se om det virker. Hvis behandlingen så bliver en succes, vil de betale noget mere.

Selv om Nyole på denne måde "tester" den viden, der kommer frem under sandsigelsen, forekommer der også tilfælde, hvor de holder fast ved en bestemt diagnose på trods af, at den relevante behandling mislykkes. Denne mekanisme er blevet kaldt "efterfølgende forklaring", og indebærer, at man på trods af beviser på det modsatte bevarer en grundlæggende opfattelse af årsagssammenhængen ved at bortforklare den manglende sammenhæng i dette særlige tilfælde. Hvis en ældre kvindelig slægtning udfører en ceremoni for at ophæve sin forbandelse mod en yngre kvinde, og der ingen forbedring indtræffer, kan de involverede være overbeviste om, at den ældre kvinde har været bitter og vred, og at forbandelsen var lidelsens sande årsag. I et sådant tilfælde vil man kunne sige, at ceremonien blev ukorrekt udført (måske med vilje, for at den ikke skulle virke), eller at

forbanderen ikke virkelig havde tilgivet og ophævet forbandelsen med hele sin sjæl.

Præcis som videnskabelige teorier i vores kultur kan opretholdes i årevis, på trods af voksende beviser mod dem, kan Nyole til tider holde fast ved fortolkninger, de er overbeviste om er rigtige, selv om de ikke har den praktiske virkning, der forventes. Sådan er det, fordi Nyoles viden om modgang ikke kun har en instrumentel funktion. Den vurderes ikke kun i forhold til de åbenbare virkninger, den har, når den anvendes i de enkelte tilfælde. Den giver også en metafysisk forklaring og en måde at legitimere et bestemt system af sociale relationer på.

Det videnssystem, Nyolesandsigere og deres klienter håndterer, er tydeligvis en slags metafysik. (Faktisk var min forskning i disse emner først tænkt som et studium af Nyoles religion). I sandsigerens hytte undersøges forholdet mellem naturlige begivenheder og overnaturlige magter. Fortolkningen af modgang giver indsigt i universets kræfter - de sociale og åndelige kræfter, der former menneskets eksistens. Denne viden giver ikke blot lidelsen mening, men lidelsen giver, når den fortolkes korrekt, universet mening.

Vi har set, at Nyole opfatter modgang i forhold til en moralsk opfattelse af sociale relationer. Slægtskabsforpligtelserne sættes i forbindelse med den magt og ret, de ældre slægtninge, døde forfædre og klanånder har til at forårsage lidelse. Disse legitime kræfter står over for de umoralske - onde og asociale troldmænd. En opfattelse af samfundet som et moralsk system indeholdes i forklaringerne på modgang. Når folk betjener sig af disse forklaringer ved at afholde ceremonier, ved at bede om tilgivelse eller ved at øge fjendtlighed, skaber og genskaber de bestemte typer relationer og social identitet. Nødvendigheden af brudepris, konkurrence mellem medhustruer og slægtskabsgruppernes moralske betydning bliver alle dramatiseret, når dette videnssystem anvendes til at lindre lidelsen. Det har tydeligt en meget vigtig social, såvel som metafysisk, funktion.

Den specielle karakter, Nyoles videnssystem om modgang har, skyldes, at dets konsekvenser er nyttige, metafysiske og sociale på én og samme tid. Dette gør det særligt uafviseligt; det synes sandt og nyttigt på flere planer. Hvert plan forstærker de andre.

Nyoles videnssystem er forskelligt fra vort derved, at det ikke giver generelle instrumentelle metoder, som kan anvendes på alle situationer, blot et sæt af betingelser er opfyldt. Det har en teori om årsager til modgang, men forklaringen på hvert enkelt konkret tilfælde må søges, før en behandling kan sættes ind.

Endelig er teorien ikke skrevet ned eller indlært i et formelt uddannelsessystem. Den tilegnes snarere i den takt, livet kræver det - i situationer med uvished og desperation.

I visse engelske landsbyer var der engang en skik, der kaldtes "at markere sognegrænserne". Man førte børn rundt langs sognegrænsen og pryglede dem ved hver grænsepæl. Man sagde, at det, der lærtes på denne måde, aldrig blev glemt. Det, der gør ondt, forbliver i erindringen. Nyoles viden om universet, moral og samfund læres og bekræftes efter lignende principper. Der er en ejendommelig realisme over den viden, der er forbundet med lidelse.

## KAPITEL 4.

### Den kinesiske embedsmand

Det er et karakteristisk træk ved vort system, at vi mener, at viden er indbygget i objektet eller i objekternes indbyrdes relationer. Viden opfattes næsten som en kvalitet ved de objektivt eksisterende fænomener. Det er noget, der kan aflæses og værdifrit videreformidles, og dog opstår viden først, når informationer passerer gennem den menneskelige hjerne, når erfaringer, der indhentes fra omverdenen systematiseres, analyseres og vurderes.

Det kinesiske system var baseret på en uddannelse, der først og fremmest udstyrede menneskene med nogle metoder til systematisering og analyse af objektive fænomener og nogle standarder ud fra hvilke disse kunne vurderes. Man anså nogle principper for at være grundlæggende og evigt gyldige, og disse principper vedrørte mennesket, det menneskelige samfund og universets fundamentale bevægelser. Det var den form for viden, som Konfucius beskæftigede sig med, og det var temaer inden for dette vidensunivers, der i to tusinde år udgjorde grundlaget for uddannelse af embedsmænd i Kina. Få grupper i noget samfund har nogensinde været omgivet af så megen prestige som den kinesiske embedsmandsstand, men det, der lå uden for dette område, blev ansat for faglige færdigheder, nyttigt og nødvendigt, men uden for det som samfundets elite beskæftigede sig med.

Det kinesiske videnssystem var humanistisk, metafysisk og meget fjernt fra det, der karakteriserer den moderne vestlige civilisation. Måske kan det dog være nyttigt at bruge det traditionelle Kina som et spejl, hvori vi ser vort eget som ligeså absolut i sin udelukkelse af andre værdinormer og målestokke end de der eksisterer inden for de etablerede paradigmer.

Der er ofte en snævrere sammenhæng mellem uddannelse og samfundsmæssig funktion, end man umiddelbart forestiller sig. Der er færre tilfældigheder i uddannelsessystemer, end man foretrækker at tro. Når det kinesiske eksamenssystem i visse historiske perioder stivnede i terperi og formalisme i stedet for at opmuntre erkendelse og stilistisk mesterskab, så skyldtes det, at der var efterspørgsel efter embedsmænd, der kunne administrere uden at tænke og leve i overensstemmelse med de konfucianske principper. Sådanne perioder i kinesisk historie kaldes forfaldsperioder, uanset at det indre forfald ikke altid direkte afspejledes i ydre manifestationer. Ja, uanset hvor strålende civilisationen end måtte tage sig ud som f.eks. i 1700-tallet, hvor den kinesiske civilisation stadig virkede imponerende på udenlandske iagttagere, så var det dog en etableret kendsgerning, at når det indre forfald først var sat ind, så måtte det nødvendigvis følges af et ydre forfald, således som man var vidne til i sidste halvdel af forrige århundrede.

Når danske ingeniører uddannes til at forstå principperne i teknologien, men ikke ånden og dynamikken i naturvidenskaberne, så skyldes det måske, at samfundet ønsker karrierebevidste teknokrater.

Derfor kan man godt føje lidt humanistisk, men måske nok hellere samfundsvidenskabeligt indhold til disse uddannelser, men en fordybelse i naturvidenskabens oprindelige snævre sammenhæng med filosofien og dens potentiale som fornyer af vort verdensbillede præger ikke i nævneværdig grad disse uddannelser.

## **Lidt om indholdet i det traditionelle kinesiske uddannelsessystem**

*"Den ædle mand er ikke et redskab", siger Konfucius.*

Konfucius, der nok er den filosof, der mere end nogen anden har præget det traditionelle Kinas ideologi og moral, levede fra 551 til 479 f.v.t. Hans tid var præget af, at det gamle feudale Kina gik sin undergang i møde, samtidig med at dets sæder forfaldt. Mange var bekymrede, og nogle prøvede, ved at påvirke fyrsterne, at skabe en bedre regering og harmoniske samfundsforhold. Konfucius interesserede sig levende for disse ting og lærte alle, der kom til ham, hvadenten de søgte erkendelse eller forudsætninger for at tage embede, hvordan de skulle forholde sig i administration af statsanliggende, hvordan de skulle gennemføre de store offerhandlinger, men først og fremmest lærte han dem, hvorledes de skulle blive ædle mennesker. Hans lære havde dybe rødder i den eksisterende filosofiske tradition.

I den traditionelle kinesiske opfattelse er universet, jorden og menneskene alle del af samme helhed og må alle følge grundlæggende principper. Udgangspunktet for kinesisk filosofi er opsummeret i det værk, der hedder Yijing. I vor del af verden er det bedst kendt som en spådomsbog, men i Østasien som indbegrebet af viden, der således åbner mulighed for at forstå de essentielle betingelser på et givet tidspunkt. Yijing siger ikke, at man skal gøre sådan eller sådan, men at de givne betingelser er positive for en bestemt type initiativ eller negative for en anden. Yijing redegør for de fundamentale udviklingsbetingelser Yin og Yang, de komplementære kræfter i tilværelsen. Disse to begreber betegner modsætning, hvor Yin står for det mørke, det vege og udflydende som vand, det blide og eftergivende, det kvindelige, mens Yang er det hårde, stærke og lyse, det mandlige.

Yijing er et meget gammelt værk, men dateringen er usikker; det er mere end tusinde år gammelt, og nogle er tilbøjelige til at sige snarere tretusinde år. Det er stadig en almindelig opfattelse blandt kinesere, japanere og koreanere, at dets sandheder på ingen måde er udtømt.

Mange vesterlændinge har interesseret sig for den filosofi, der er udtrykt i dette værk. Niels Bohr valgte således symbolet for Yin og Yang som motiv for sit våbenskjold i Frederiksborg Slotskirke.

Yin og Yang udtrykker, at alle ting i sig har kimen til deres modsætning. Når et givet fænomen har nået sin fulde udfoldelse, vil det gå til grunde og give plads for sin modsætning. Således bliver sommerens varme til vinterens kulde, elegance og forfinelse bliver til dekadence, og det stærke viger for det svage. Alt er således underkastet forandringens lov, og det er ikke mennesket givet at forandre de

grundlæggende konditioner, der gælder for de tider, de lever i. Disse er underkastet universets bevægelser, og dette kaldes ming, et ord vi af mangel på bedre oversætter ved skæbne. Inden for de givne konditioner kan mennesket udfolde sig, og det er dets hovedopgave til enhver tid og under alle omstændigheder at sikre, at civilisationen opretholdes. Dette gøres ved at følge de grundlæggende principper for mennesket og det menneskelige samfund. Disse er fremlagt i forskellige ældre værker, men først og fremmest har Konfucius påvist deres eksistens og nødvendigheden af deres anvendelse.

Civilisationen er repræsenteret i menneskelige relationer, der bør være af sådan karakter, at bønderne kan dyrke jorden på den rette tid, at sønnerne er lydige mod deres forældre, og ingen øver vold og overgreb mod sin næste. Et civiliseret samfund er et samfund, der sikrer, at mennesket kan leve i overensstemmelse med moralske principper. Da det menneskelige samfund imidlertid er en del af universet må både det og de enkelte mennesker leve i overensstemmelse med dao, universets vej. I et evigt omskifteligt univers må dao tilpasses de skiftende omstændigheder. For at forblive det samme, må det hele tiden forandre sig. Det er det ædle menneskes opgave at udvikle dao.

Disse grundlæggende principper er det fælleskinesiske arvegods, og det er, som man ser, a-religiøst. Konfucianerne udviklede det i retning af en rationel filosofi med metafysiske anstrøg. Konfucius underviste i fundamentale og eviggyldige principper.

Han underviste sine disciple i at blive ædle mænd, der satte hæderlighed over materiel vinding, og som glædede sig over principperne og en god samvittighed, som andre glæder sig over luksus og skønhed.

Det enkelte menneske er en del af den universelle harmoni, derfor har det også ansvar for gennem sine handlinger at være med til at "holde Himlen oppe". Meget få mennesker har medfødte evner, der umiddelbart gør dem i stand til at erkende de principper, der gælder for menneskelig omgang i samfund, således at denne er i overensstemmelse med dao. Alle andre må lære dem.

I det klassiske Kina lærte børn dem, samtidig med at de lærte at læse og skrive. Det pædagogiske princip var gentagelse og udenadslæren. Man mente, at børn godt kan lære noget, de først forstår senere. Det krævede modenhed at erkende den helhedsopfattelse, der lå bag de filosofisk moralske lærestykker eller de historiske forbilleder.

Nogle grundlæggende principper er ren, yi og zhong. Ren er den medmenneskelighed og tolerance, der bygger på, at man selv er menneske blandt mennesker og derfor intuitivt kan sætte sig i andres sted. Dette princip forudsætter, at man ikke blot er retlinet, men også højmodig i sin vurdering af andre mennesker.

Yi er den ubøjelige retfærdighedssans, der ikke lader sig rokke af personlige bekvemmelighedshensyn under nogen omstændigheder. Zhong er ubrydelig loyalitet overfor foresatte og en aldrig svigtende vilje til at tjene kejseren og staten. Endelig er der xiao, børns lydighed og respekt overfor deres forældre. Det betragtedes på mange måder som fundamentalt; allerede Konfucius mente, at man



aldrig havde set, at børn der var lydige mod deres forældre senere blev samfundsskadelige elementer.

Principper eksisterer kun konkret, ikke at efterleve dem er det samme som ikke at kende dem. Har man lært at leve i overensstemmelse med dem, har man også mulighed for at erkende dao, der er den store sammenhæng i universitet og forbinder principperne for det menneskelige samfund med universets bevægelse. Når principperne er eviggyldige og deres manifestation konkret i en verden under stadig forandring, så vil de finde forskellige udtryk til forskellige tider. Det betyder, at vi står overfor et meget fleksibelt værdi- og videnssystem, der transcenderer forskellen mellem det hinsidige og det dennesidige, hvis man udnytter hele dets potentiale.

Den konsekvente fastholden ved og stadig implementering af dette videnssystem er udtryk for en opfattelse, der har været karakteristisk for den kinesiske civilisation: at den korrekte håndtering af menneskelige relationer er den afgørende betingelse for en harmonisk samfundsmæssig udvikling.

Teknisk og økonomisk udvikling måtte rette ind i forhold til det overordnede mål. Teknologi og naturvidenskab var udmærkede foreteelser, når man skulle bygge broer eller helbrede patienter, men de var ikke fundamentale for civilisationen således som opretholdelse af samfundsorden og produktion af fødevarer var det.

## **Eksamenssystemet og embedsmanden**

Det tog flere hundrede år, før Konfucius' lære blev den kinesiske elites adelsmærke, og samfundets bærende ideologi. Det skete under Han-dynastiet (206 f.v.t. - 220 e.v.t.), hvor det kinesiske eksamenssystem blev grundlagt som vejen til opnåelse af embedsmandsværdighed. Eksamenerne var officielle og offentlige, mens uddannelse i det store og hele var privat og afhængig af formue og ambition. Allerede på dette tidspunkt havde man i Kina etableret et administrativt system, der opdelte landet i regioner, som styredes af embedsmænd udpeget af kejseren. De repræsenterede i deres embede den kejserlige magt og havde som sådan en umådelig prestige.

Embedsmændene, der handlede på kejserens vegne, var ansvarlige for ro, orden og trivsel inden for de enkelte områder. Der skulle produceres tilstrækkeligt til, at bønderne kunne betale skat og forsørge sig selv og deres familie. Dæmninger, overrislingskanaler m.v. skulle fungere, og røvere og ugerningsmænd skulle undertrykkes. Desuden skulle der opretholdes en vis justits blandt befolkningen. Embedsmændene havde også til opgave at styrke folkets moral, f.eks. ved at hædre dydige enker og lydige sønner. I den ideelle forestilling fungerede embedsmanden som befolkningens "far og mor". Det var embedsmændenes ansvar, hvis der udbrød uroligheder og optøjer.

Embedsmændene udgjorde den højest placerede gruppe i samfundet, og adgangen til denne gruppe gik via eksamenssystemet. Den sociale mobilitet var forholdsvis stor, ikke mindst hvis man sammenligner med Europa i perioden fra

år 100 til det 19. årh., dog var det selvfølgelig således, at embedsmændene i alt overvældende grad rekrutteredes fra velstående embedsmandsfamilier.

Under embedsmændene stod bønderne, som den næstvigtigste gruppe i samfundet, fordi deres produktion opretholdt samfundet. Den tredje gruppe var håndværkerne og den laveste var købmændene, hvis forkærlighed for profit blev anset for samfundsskadelig. I praksis er det dog vist ikke set, at en rig mand blev betragtet som mindreværdig i forhold til en fattig bonde.

I princippet vurderes de forskellige samfundsgrupper således i forhold til deres samfundsmæssige betydning. Forudsætningen for hele systemet var et stærkt dynasti med en intelligent og indsigtfuld kejser. Hvis han var svag og uduelig, tiltrak administrationen ikke de rigtige folk, og disse havde heller ikke udfoldelsesmuligheder. Korruption og slendrian førte i perioder med svage kejsere ofte til indbyrdes strid, borgerkrig og oprør før en magtfuld personlighed etablerede sig som ny kejser og påberåbte sig dragetronen. Man kunne måske sige, at kejseren holdt det kinesiske samfund sammen på samme måde som kapitalen holder det moderne vestlige samfund sammen.

## Studier og eksamen

Hvis man nu skulle sammenligne indlæringssituationen for en ung mand fra den kinesiske overklasse i 1700-tallet med den situation, som andetsteds er beskrevet som karakteristisk for uddannelsen af den moderne teknokrat, er der et godt eksempel at finde i den mest berømte af de store kinesiske romaner: **"Drømmen i det røde værelse"**<sup>10)</sup>. Hovedpersonen er en ung mand af særdeles god og velstående familie, der selvfølgelig forventer, at den unge mand vil studere flittigt for at kvalificere sig til de kejserlige eksamener. Baoyu, som den unge mand hedder, finder de formelle moralske normer, der indgår i uddannelsen, afskyelige og forkastelige. Han modsætter sig på forskellig vis familiens ønske om, at han følger den slagne vej til en embedsmandskarriere. Som mange store familier råder også denne over en familieskole, og den unge mand får individuel undervisning. Han er imidlertid ikke så flittig, som man kunne ønske sig, og har mange andre interesser. Her har han sovet over sig og ankommer til familieskolen, hvor læreren irriteret venter på ham. Det følgende afsnit fra romanen viser imidlertid, at ånden i konfucianismen stadig er levende og videregives af læreren i selve undervisningssituationen, selv om de officielle eksamener er ved at stivne i formelle og rigoristiske krav.

*"Det er ikke underligt, at din far er vred og kalder dig en døgenigt - du begynder at blive efterladende allerede anden dag i skolen! Ved du, hvad klokken er"? Baoyu undskyldte sig og fortalte, at han havde haft feber det meste af natten, derefter gik han i gang med sine studier.*

---

10) Cao Xueqin: "The Story of the Stone", London 1973.

Om eftermiddagen gav Dairu (læreren) ham et stykke fra *Analekterne*, som han skulle analysere. Teksten startede med linien, "Vær respektfuld overfor de unge". Han priste sit held, at det ikke var fra *Den store lære* eller *Doktrinen om den Gyldne Middelvej*.

"Hvorledes skal jeg analysere det"? spurgte han. "Du skal omhyggeligt analysere teksten og tekstforklaringen". Baoyu læste den højt og begyndte så: "I dette stykke opmuntrer (Konfucius) de unge, han opfordrer dem til at studere hårdt, mens de er unge, således at de ikke..."

Han afbrød og så op på læreren, som smilede: "fortsæt bare. Når man udlægger klassikerne, er der intet tabu, således som der står i *Ceremoniernes bog*. Fortsæt, således at de ikke ... hvad?

"Således at de ikke bliver gamle uden at have opnået nogen ting. Først taler han om at respektere for at opmuntre unge mennesker, så advarer han dem mod at blive voksne, som ingen vil respektere."

Han så afventende op. "Det er nogenlunde rigtigt", sagde Dairu. "Genfortæl nu hele teksten". "Den vise mand sagde: Når mennesker er unge, synes deres intelligens og deres evner at være store og omfattende. Hvem kan være sikker på, at de ikke i fremtiden vil blive, hvad jeg er i dag? Men hvis de lader tingene sejle til de er fyrrer eller halvtreds og stadig er ukendte, så vil ingen til den tid frygte dem, ligegyldigt hvor lovende de måtte have været som unge."

Læreren smilede. "Da du opsummerede teksten lige nu, så gjorde du det forholdsvis klart," sagde han, "men den måde du nu genfortæller den på er ret barnlig. Ordene "at være ukendt" betyder ikke manglende karriere som embedsmand. Her betyder "kende" at erkende sandheden, og det er uafhængigt af karriere? Blev ikke en del af fortidens vise mænd eremitter og forblev ukendte? De var ikke embedsmænd, var de? Betyder det, at de ikke var noget?"

"Når der tales om ikke at blive frygtet, så betyder det, at folk vidste, at deres forståelse var begrænset; så det står i direkte modsætning til det tidligere fremsatte - det betyder ikke, at man skal frygte deres magt. Du skulle gøre dig umage med at gå i dybden med disse ting for at forstå den egentlige mening. Har du forstået det nu?"

Forudsætningen for at bestå de kejserlige eksamener var lang studietid og flittig indsats. Hvis man ser på eksamenssystemet, således som det fungerede under Qing-dynastiet (1644-1911), så regnede man med, at de små drenge måtte begynde med at lære klassikerne i 5-års alderen. Man startede med *Tretegns-bogen*. Små sætninger, der var gode at få forstand af og hver på tre tegn, eller tre ord, da hvert tegn står for et ord. Derefter gik man over til 1000-tegns klassikeren og så videre til de grundlæggende konfucianske værker *Analekterne* og *De fem klassikere*, således at man før teenage-alderen havde læst mere end 400.000 tegn. Til disse klassikere fandtes mange kommentarer og kendskab til de vigtigste var en forudsætning for at kunne fortolke dem korrekt ved eksamensbordet. De unge mænd skulle også læse store dele af de historiske værker samt essays og poesi; og de skulle ikke blot læse og lære det, de skulle også oparbejde færdighed i at skrive poesi og prosa. Endelig var det meget væsentligt at lære at skrive smukt med pensel; en god kalligrafi talte med stor vægt ved eksamensbordet.

Hvis den unge mand havde studeret flittigt, ville han måske ved 20-års alderen være rede til at begynde på det langvarige og anstrengende eksamensforløb. Den

første eksamen han kunne indstille sig til var den lokale eksamen, der afholdtes to gange i løbet af 3 år. Bestod han, var der mulighed for at gå videre til eksamen på provinsniveau. Denne fandt sted engang hvert tredje år og åbnede mulighed for, ved vellykket gennemførelse, at indstille sig til eksamen i hovedstaden. Eksamenstemaer var hentet fra De fire Bøger og De fem Klassikere, endelig var der også en prøve i princippernes udformning i konkret politik. For de allerbedste kandidater var der til sidst en prøve af mere formel karakter. Den foregik i kejserpaladset "Den forbudte By", og det var kejseren selv, der formulerede opgaverne. Disse afsluttende eksamener i hovedstaden afholdtes også en gang hvert tredje år, og kandidaterne fandt anvendelse umiddelbart i administrationen.

Det var imidlertid ikke mange, der gennemførte det krævende forløb. Antallet af kandidater, der kunne bestå, var på forhånd fastsat ved hver enkelt eksamen. Man har beregnet, at chancerne for at bestå var en ud af 60 på laveste niveau og en ud af 6000 på højeste niveau. Til gengæld var der ingen aldersbegrænsning, hverken med hensyn til at indstille sig til eksamen eller for erhvervelse af embede, hvis man bestod. Man kunne også indstille sig lige så mange gange man ville.

Da fordelene ved at bestå var så umådelige, er det ikke svært at forstå, at der i tidens løb blev forsøgt mange måder til at snyde eller betale sig til en bestået eksamen. Derfor blev der også anvendt meget strenge regler for eksamensafholdelse, hver kandidat måtte medbringe forsyninger til det antal dage, eksamen varede, og så blev han lukket inde i en forseglede celle til tiden var udløbet. Alle opgavebesvareelserne blev derefter kopieret, således at håndskriften ikke skulle røbe personen.

I en kendt satirisk roman fra datiden er der en beskrivelse af en ældre kandidat med et stærk ønske om at få muligheden for at gennemføre eksamen. Romanen hedder **De Lærde**<sup>11)</sup> eller **Konfucianerne**. Følgende afsnit viser ikke alene den hårdt ramte dumpekandidats brændende ønske om dog at få en chance for at vise sine evner. Det viser også, den interesse og respekt for eksamenssystemet, som prægede alle klasser i det kinesiske samfund.

*"Den aften fortalte han sin svoger, hvor gerne han ville have lejlighed til at se eksamensskolen, og Jun måtte give portvagten en drikkeskilling for at få ham ind. Nogle af de ældre købmænd besluttede sig for at gå med og bad laugsoverhovedet om at fungere som deres guide. Denne gang gled de lige gennem skolens port, fordi portvagten, der nu havde fået sit, ikke gjorde forsøg på at stoppe dem. Da de nåede drageporten, sagde laugsoverhovedet, idet han pegede, "Dette er den port, der benyttes af de lærde". De gik ind i en gang med eksamensceller på hver side, og laugsoverhovedet fortalte dem, "dette er nummer 1, I kan gå ind og se jeg om." Zhou Jin gik ind, og da han så bordet så indbydende anbragt, fyldtes han øjne med tårer. Han sukkede dybt, så ramte hans hoved bordet, og han gled bevidstløs ned på gulvet...."*

Zhou Jin kommer til sig selv, men tårerne fortsætter med at strømme fra ham, og til sidst opmuntrer købmændene ham indtrængende til at fortælle, hvad der er i vejen. Da de hører, at han i virkeligheden er en lærd, der bare aldrig har

---

11) Wu Ching-tzu: "The Scholars", Peking 1987.

haft råd til at gå til eksamen, beslutter de at skillinge sammen og dække de nødvendige udgifter. De er så heldige, at det netop er tid for forprøven til provinseksamen, og Zhou Jin bliver nummer 1 blandt alle deltagere. Derefter gælder det så selve provinseksamenen.

*"På den ottende dag i den ottende måned gik han til eksamensskolen for at deltage i provinseksamen og synet af det sted, hvor han tidligere havde grædt, gjorde ham usædvanlig lykkelig. Som ordsproget siger "glæde giver folk mod". Han skrev således syv udmærkede eksamens-essays, og gik derefter tilbage til laugene for Jin og de andre købmænd var endnu ikke færdige med deres forretninger. Da resultaterne blev offentliggjort, viste det sig, at Zhou Jin havde bestået med udmærkelse, og købmændene var begejstrede.*

*Derefter tog de tilbage til Wenshang amt, hvor Zhou Jin aflagde høflighedsvisit hos magistraten og den lokale eksamensfuldmægtig. Mange embedsmænd sendte ham deres kort og kom for at gratulere. Lokale folk, der slet ikke var slægtninge, hævdede at være i familie med ham, og vildfremmede sagde, at de var gamle bekendte. Dette holdt ham travlt optaget i mere end en måned...*

*Snart var det tid at tage til eksamen i hovedstaden. Jin tog sig af Zhou Jins rejseudgifter og tøj. Han tog også hovedstadseksamen og efter palads-eksamen fik han et embede. I løbet af tre år steg han i graderne til rang af censor og blev sendt til Quangdong-provinsen som kommitteret for uddannelse.*

*Zhou havde nu adskillige sekretærer ansat, man alligevel tænkte han: "I lang tid var lykken mig imod, nu hvor jeg har fået embede, vil jeg læse alle essays meget omhyggeligt. Jeg må aldrig overlade noget til mine sekretærer og komme til at undertrykke virkeligt dygtige folk." Da han havde formuleret denne beslutning for sig selv, tog han til Quangdong for at påtage sig sit embede."*

## **Samfundet og eksamenssystemet**

Det klassiske Kina, eller måske snarere det bureaukratiske Kina - Kejserens Kina - varede fra 221 f.v.t. til 1911 e.v.t. Det var rigt på teknologiske landvindinger og har historisk set ligget foran Europa i århundreder med hensyn til udvikling inden for områder som hydraulisk ingeniørarbejde, opfindelser som papir og krudt, udvikling af porcelæn og metallurgi for slet ikke at tale om astronomi. I Kina har man fra tidlig kejsertid kunnet bygge dæmninger med overrislingskanaler og avancerede brotyper, ligesom man har haft store statslige jernværker. Kun er den teknologiske udvikling i Kina foregået i et roligt tempo tilpasset samfundets behov. Der var ingen teknologisk revolution i Kina således som vi kender den fra Europa i forbindelse med industrialiseringen; der var heller ikke den fra vor civilisation kendte sammenblanding af offentlige og private interesser. Ud fra en vestlig opfattelse har Kina længe været tilbagestående, fordi man ikke satte profithensyn over alle andre samfundsmæssige hensyn.

Kineserne har fra meget tidlig tid, d.v.s. tiden før det bureaukratiske Kina, skelnet mellem de evner og den uddannelse, der er nødvendig for f.eks. at bygge en bro. Den kinesiske historie kender imidlertid ikke helt få eksempler på fremtrædende

embedsmænd, der også er kendt for deres teknologiske opfindelser, men ingen eksempler på, at folk, der var gode til at konstruere smelteovne på basis af denne evne kom til at fungere som embedsmænd i ledende stillinger.

Forudsætningen for teknologisk viden var primært praksis; men embedsmanden måtte gennem en lang karakterdannende teoretisk uddannelse, før han kunne komme til at bevise sine administrative evner. Man mente, at folk, der var teknisk specialiserede, var uegnede til at råde for almenvellet, selv om de var nyttige håndværkere.

Opfattelsen af det traditionelle Kinas uddannelsessystem som egnet til at uddanne forbenede bureaukrater bygger i ikke ringe omfang på, at den europæiske kontakt med Kina blev stærkt udbygget i slutningen af forrige århundrede, hvor eksamenssystemet var stivnet i formalisme, mens indholdet var forflygtiget. Dette kommer til udtryk allerede i den tidligere omtalte roman fra sidste halvdel af 1700-tallet, hvor helten Baoyu udtrykker det således:

*"Det er dårligt at følge den slagne vej og udstyre sine skrifter med svulstige fraser, ...under ingen omstændigheder må man ofre de dybere følelser af hensyn til omhyggelig frasering. I øvrigt var der også mange i ældre tid, der så ned på noget sådant - det er ikke nogen ny idé, som jeg alene har fremsat. Desværre er folk i dag så optaget af en officiel karriere, at de helt har aflagt den klassiske stil af frygt for ikke at være i overensstemmelse med tidens udtryksform og således komme til at skade deres chancer for at vinde fortjeneste og berømmelse. Da jeg hverken er interesseret i rang eller ærefuld position og ej heller skriver for, at andre skal beundre det, hvorfor skulle jeg så ikke følge (den gamle stil)."*

Europæerne havde derfor lidt vanskeligt ved at forstå den egentlige hensigt med et system, der byggede på kandidaternes forståelse af en række filosofiske, litterære og historiske klassikere, der rummede essensen af kinesisk livsholdning. Derfor gik det ikke op for dem, at dette system havde fungeret i totusinde år netop på grund af den fleksibilitet, der lå i en uddannelse, der indlærte holdning og fælles kultur fremfor praktiske færdigheder. I en verden under konstant forandring kunne den kinesiske civilisation overleve, fordi principper ikke kan tilintetgøres på samme måde som institutioner kan forfalde og forgå. Tværtimod, så længe der eksisterede kinesiske lærde, kunne institutionerne genskabes og videreudvikles under nye forhold; mens indlærte færdigheder oftest var nyttesløse, når den praksis de skulle tjene ændredes eller forsvandt.

## Uddannelse og praksis

En mere specialiseret uddannelse har dog også haft sine fortalere i løbet af Kinas historie. Mest prægnant er måske den ledende kinesiske statsmand Wang Anshi (1021-1086), der i en henvendelse til kejseren udtrykte sig således:

*"En mands evner for at arbejde i statens tjeneste fremmes bedst gennem specialisering og ødelægges, når der er for mange emner, der skal studeres. Så deraf ser vi, at de gamle herskere i deres søgen efter kvalificerede folk gik til værksteder for at finde*

*håndværkere, til landbruget efter landbrugsfaglige folk, til markedet efter folk, der havde forstand på forretninger og til skolerne efter embedsmænd. Enhver havde således mulighed for at specialisere sig inden for sin egen linie og blev ikke tvunget til at studere noget udover det, der kunne ses som forberedelse til et særligt arbejde."*

Herudover anbefaler Wang Anshi en lang prøvetid i praktisk arbejde. Det er næppe uden historisk signifikans, at sådanne tanker kom stærkt til udtryk netop under Song-dynastiet (960-1279), der både hvad angår teknologisk udvikling og opsving indenfor handel og økonomi er en af de mest dynamiske perioder i Kinas historie. Og dog vandt Wang Anshis tanker ingen tilslutning. Stærke konservative kræfter frygtede for samfundets stabilitet, hvis sådanne forandringer skulle blive gennemført, og den teoretiske uddannelse fastholdtes i stort set samme form helt op til slutningen af forrige århundrede for endelig at forsvinde med ophævelse af det statslige eksamenssystem i 1905.

Den viden, der var nødvendig for at bestå de statslige eksamener, var mere end noget andet medvirkende til at give den kinesiske kultur et homogent præg. Alle embedsmænd og alle de, der prøvede at blive det, havde læst de samme historiske litterære og filosofiske værker. De bevægede sig inden for det samme videnssystem, og dets indflydelse var udbredt til hele befolkningen, idet man levede og administrerede efter de samme normer. Selv nu snart hundrede år efter at det traditionelle eksamenssystem blev afskaffet, udkommer de samme klassiske værker i masseoplag og udgør en integreret del af den kinesiske kulturarv. Dens indflydelse standser heller ikke ved den kinesiske grænse, men gør sig mærkbart gældende i hele Østasien og overalt, hvor der bor kinesere i dag.

I det gamle Kina gik viden om menneskelige relationer, filosofiske principper og statsmandskunst op i en højere enhed med etik og æstetik. Man læste for at anvende sin viden, og det, man læste, skulle ikke blot gå fra øjnene og ned til hånden, der skrev eksamensopgaverne. Det skulle passere både hjerne og hjerte, der var sæde for følelser og holdning, og således gøre den lærde klogere på verden og menneskene. En ligeså vigtig funktion var, at lærdommen skulle virke karakterforædlende.

Et gammelt konfuciansk ord siger: *"At lære uden at tænke er tidsspilde, at tænke uden at lære er farligt."* I det omfang eksamenssystemet opmuntrede **uddannelse af mennesker**, levede det og tjente sit formål, i det omfang det udelukkende vurderede og præmierede formelle færdigheder stivnede det i formalisme. Det er derfor næppe korrekt at sige, at den klassiske uddannelse kun var teoretisk, dens praksis var et ændre mennesket, og som kineserne også siger, så er det lettere at flytte bjerge end at ændre det menneskelige sind.

Hvad embedsmandsuddannelsen i Kina angår, så er det også værd at mærke sig, at forudsætningen for en karriere inden for statsadministrationen var evnen til at administrere som vist i praksis. Klarede en ny magistrat på laveste niveau af det administrative system ikke opgaven tilfredsstillende, var hans chancer for at avancere inden for systemet meget begrænsede.

Når det egentlige uddannelsessystem kun pegede i retning af statsembede melder spørgsmålet sig: Hvor hentede Kina sine fremtrædende teknikere og videnskabsmænd fra? Fra hvilke kredse rekrutteredes de fremragende opfindere og

fornyere inden for teknologi og videnskab. Nogle, som astronomerne, var højt værdsatte embedsmænd med tjenestested inden for det kejserlige palads, hvor de også fungerede som hofastrologer. Andre, som lægerne, fungerede uden for det egentlige embedsmandshierarki, men i et vist omfang dog inden for det statslige system. Andre former for teknikere var tilknyttet de store kejserlige værksteder. Der er også beretninger om, at der afholdtes eksamen i teknisk kunnen, men dette havde intet med det egentlige eksamenssystem at gøre.

I provinserne fungerede læger og ingeniører også i tæt forbindelse med statens embedsmænd, hvor særligt de, der var specielt interesserede i teknologiske fornyelser, havde store kredse af fremragende teknikere omkring sig.

Det er imidlertid et karakteristisk træk, at den teknologiske og videnskabelige opfindsomhed ikke var knyttet til en bestemt samfundsgruppe. Vi finder den hos højtstående embedsmænd, såvel som hos håndværkere og daoistiske og buddhistiske munke; men måske allermest blandt den store gruppe af folk, der nok havde fået en vis uddannelse, men som ikke klarede den lange og trange eksamensvej og derfor måtte opgive at finde sig en plads inden for det bureaukratiske hierarki.





## KAPITEL 5.

### Matematik: fra metafysik til teknisk rationalitet

*"I have never done anything useful". No discovery of mine has made, or is likely to make, directly or indirectly, for good or ill, the least difference to the amenity of the world. I have helped to train other mathematicians, but mathematicians of the same kind as myself, and their work has been, so far at any rate as I have helped them to it, as useless as my own. Judged by all practical standards, the value of my mathematical life is nil; and outside mathematics it is trivial anyhow. I have just one chance of escaping a verdict of complete triviality, that I may be judged to have created something worth creating..."<sup>12)</sup>*

*"I think that it is a relatively good approximation to truth - which is much too complicated to allow anything but approximations - that mathematical ideas originate in empiries, although the genealogy is sometimes long and obscure. But once they are so conceived, the subject begins to live a peculiar life of its own and its better compared to a creative one, governed by almost entirely aesthetical motivations, than to anything else and, in particular, to an empirical science. There is, however, a further point which, I believe, needs stressing... at a great distance from its empirical source, or after much "abstract" inbreeding, a mathematical subject is in danger of degeneration... whenever this stage is reached, the only remedy seems to me to be the rejuvenating return to the source; the reinjection of more or less directly empirical ideas".<sup>13)</sup>*

*"Quantitative science - that is, science with mathematics - has proved effective in altering and controlling nature. The majority of society backs it up for this reason. At the present moment, they want nature altered and controlled - to the extent, of course that we can do it and the results are felicitous. The humanist point of view is a minority point of view. But it is influential - one sees this among young people. It seems to have a defensive nature to it, a chip on its shoulder, but because it is a minority point of view, it poses only a minor threat to quantitative science."<sup>14)</sup>*

Matematikken betragtes i dag som naturvidenskabernes sprog. Den er en hovedbestanddel af den moderne videnskabelige rationalitet. Det er igennem matematiske ligninger, vi er i stand til at beskrive materielle og økonomiske processer. Naturlovene kan kun formuleres præcist i et matematisk sprog. Matematikken udtrykker i sig selv ikke noget om virkeligheden, men som sprog

---

12) G.H. Hardy: A Mathematician's Apology, citeret fra Philips J. Davis, Reuben Hersh, op.cit.).

13) Jv. Neumann. The Mathematicians. Collected Works.

14) William F. Taylor, Philip J. Davis. Reuben Hersh: The Mathematical Experience. The Harvester Press 1981.

og ideal for rationel tænkning er den blevet en betydningsfuld del af det moderne videnskabelige videnssystem.

Men selv om matematikkens betydning er almindeligt anerkendt, så er der alligevel meget divergerende opfattelser af, hvilken rolle den egentlig skal spille i moderne højere uddannelser. Siden slutningen af sidste århundrede har der dannet sig en kløft mellem ren og anvendt videnskab. Denne kløft findes også internt i matematikken som en adskillelse mellem ren og anvendt matematik. Endvidere har matematikken i historiens løb ændret sig fra at være en realvidenskab med stor metafysisk betydning til at blive et æstetisk anliggende eller et teknisk instrument.

Disse modsætninger i matematikkens rolle ligger dybt indlejret i moderne videnskabelig rationalitet. En forståelse af deres udvikling vil derfor give os værdifuld information om det moderne videnssystem. Dette er begrundelsen for, at vi nu skitserer nogle sider af matematikkens historie.

## Matematik som metafysik

Da Platon i 367 f.Kr. kom til Syrakus for at stå for uddannelse af Dionysius II, var et af hans første tiltag at begynde at lære statsmanden geometri. Et moderne menneske må undre sig over, hvorfor Platon mente, at det overhovedet var ulejligheden værd at spille en fyrstes tid på noget så irrelevant for en hersker som matematik. Men Platon havde sine gode grunde. Vi vil bedre forstå hans motiver, når vi har set lidt nærmere på hans kosmologi.

Platons kosmologi findes i dialogen Timaios, en af Platons sidste dialoger. Man kan diskutere, hvorvidt Timaios faktisk er udtryk for Platons naturfilosofi, eller om den skal opfattes mystisk. Men under alle omstændigheder er der tale om et originalt og vigtigt synspunkt, som har spillet en stor rolle op igennem middelalderen og i renæssancen.

Ifølge Platon er det egentlige værende evigt og uforanderligt, hvorimod den sanselige verden er et forgængeligt, ufuldstændigt billede af det evige. Den sanselige verden, som vi oplever omkring os, er i virkeligheden en legemliggørelse af et levende væsen, som Gud har skabt. Timaios beretter om, hvorfor og hvordan Gud skabte dette "levende væsen begavet med sjæl og fornuft". Der er på mange punkter analogier mellem denne form for idealisme og den Kungfucianske opfattelse af evige grundlæggende principper.

Timaios indleder sin skabelsesberetning således: *"Lad os da sige, af hvilken årsag Skaberen skabte tilblivelse og dette univers. Han var god, og det gode er aldrig nogensinde misundeligt. Da han altså var uden denne egenskab, ønskede han, at alt skulle komme til at ligne ham selv så meget som muligt... Da Gud altså ønskede, at alt skulle være godt og så vidt muligt intet ondt, bragte han alt det synlige, han overtog - dette synlige, der ikke var i hvile, men i en tilstand af uharmonisk og uordnet bevægelse - fra uorden i orden ud fra den mening, at orden i alle henseender var bedre end uorden. Og ifølge verdensordenen hverken var eller er det ret for den bedste at frembringe andet end det, der er smukkeste. Han overvejede da og fandt, at af det, der af naturen er synligt, kan intet, der mangler fornuft, være smukkere end*

noget, der er begavet med fornuft, når helhed sammenlignes med helhed, og endvidere, at fornuft umuligt kan være til stede i noget uden sammen med sjæl. På grund af disse overvejelser opbyggede han verdensaltet sådan, at han anbragte fornuften i sjælen og sjælen i legemet, for at det værk, han fuldførte, kunne få så smuk og god natur som muligt. Således må altså vor sandsynlige verden, der - så meget kan vi sige med sandhed - er et levende væsen, begavet med sjæl og fornuft."<sup>15)</sup>

Det grundlæggende princip for denne skabelsesberetning er, at verden ikke opstod tilfældigt eller lovmæssigt, men blev skabt ud fra en plan. Gud er god, og som sådan skabte han kun det bedste, som nødvendigvis måtte være smukt. Det smukke måtte endvidere være besjælet med fornuft. Derfor anbragtes sjælen, som er fornuftens tilholdssted, i legemet.

Detaljerne i verden blev indrettet i overensstemmelse med matematiske principper. Det er igennem figurer og tal, at verdens dele skulle blive synlige og antage bestemte skikkelser: *"Men da Gud skulle til at indrette verden, begyndte han med ved hjælp af figurer og tal at give en tydelig skikkelse til ild og vand og jord og luft, der tidligere ganske vist havde nogle spor af deres egen natur, men dog befandt sig ganske i den tilstand, i hvilken alt, hvad Gud ikke var med i, måtte befinde sig."*

Den tilstand, som noget, Gud ikke var med i, måtte befinde sig i, var uorden og kaos og mangel på struktur. De fire grundelementer var altså ikke til stede som afgrænsede, strukturerede atomer. Man må nærmest betragte dem som en slags første kvaliteter, som endnu mangler noget i at være legemer eller egentlige elementer. Dette er tallene og figurerne, som bidrager til, at ild, jord, vand og luft sluttelig fremstår som stoflige elementer.

Vi skal ikke gå nærmere ind på Platons redegørelse for, hvordan ild, luft, vand og jord får stoflig form. Princippet i konstruktionen er, at stof forudsætter rumlig form, og Platon argumenterer for, at de fem regulære polyedre - tetraeder, kubus, oktaeder, ikosaeder og dodekaeder - udgør de grundlæggende rumlige former. Den spidseste af disse figurer, tetraederet, er ildens element, derefter følger oktaederet som luftens, ikosaedret som vandets, og endelig kubusen med de mest stabile flader (iflg. Platon) som jordens elementer. Men der mangler endnu et regulært polyeder, dodekaederet, som hos Platon repræsenterer hele himmelkuglen: *"Tilbage var endnu en konstruktion, den femte, og den brugte Gud til Verdensaltets kugle og tegnede billeder på den. Dodekaederet repræsenterer således ikke et grundelement, men hele himmelkuglen med dens stjernebilleder. De matematiske figurer og de forskellige harmoniske forhold mellem sider og kanter er således egentlige byggestene i verden. Matematikken leverer ikke kun en beskrivelse af verden, men også af de elementer, som den består af".*

Det er i denne sammenhæng interessant at bemærke sig, hvorfor Gud har udstyret os med synet: *"Synet er efter min mening årsag til den største vinding for os, fordi intet af det, vi nu har sagt om Verdensaltet, nogensinde kunne være blevet sagt, hvis vi ikke havde set hverken stjerner eller sol eller himmel. Men som det er, har synet af dag og*

---

15) Citaterne i dette afsnit er fra dialogen "Thimaios" i den danske udgave af Platons værker udgivet ved Carsten Høeg og Hans Rædder. Reitzels Forlag. Kbh. 1941.

*nat, af måneder og rullende år, jævndøgn og solhverv bevirket, at vi ved, hvad tal er, har givet os tidens begreb og studiet af universets natur; derfra har vi filosofien og større goder har Gud ikke skænket og vil ingenlunde skænke dødelige mennesker."* Gud opfandt og skænkede os synet, for at vi med dets hjælp kunne iagttage fornuftens kredsbevægelser på himlen og tage ved lære af den. Vore egne tankers cirkelbevægelser er ufuldstændige og flygtige. Men vi kan bringe orden i dem ved at efterligne de guddommelige: *"Gud opfandt og skænkede os det (synet), for at vi kunne iagttage fornuftens cirkler på himlen og drage fordel af dem for egen tankes kredsbevægelser, der er i slægt med dem, skønt de er forstyrrede og de andre uforstyrrelige og for at vi, når vi lærte dem at kende og at beregne dem rigtigt efter deres natur, kunne bringe orden i vore egne ustadige cirkler ved at efterlignes gudens, der er fuldkomne og regelmæssige."*

Platons univers er ikke blot indrettet efter skaberens hensigt i overensstemmelse med fornuft og skønhed. Det er også moralsk organiseret, og vi har mulighed for rationelt at erkende det gode, som i virkeligheden er identisk med det fornuftige og skønne. Set i dette lys får matematikken og astronomien (som hos platonikere er matematisk beskrivelse af himmellegemernes evige kredsbevægelser) en særlig vigtig funktion. Igennem disse fag vil man kunne få indblik i det evige, som netop er målestokken for vore moralske og æstetiske værdier. Det er igennem studiet af disse evige bevægelser, vi får mulighed for at kunne kende os selv, vort samfund og vor bestemmelse her i verden. Der findes ingen anden vej til det gode liv end den, som bestemmes ved logisk, matematisk tænkning. Det er derfor også forståeligt, at Platon, da han blev inviteret til Syrakus, foreslog Dionysus II at lære geometri.

De geometriske former indgår som afgørende byggestene i universet. De definerer det evige, det gode, det smukke og det fornuftige. Vi kan kun komme frem til en forståelse af dette igennem logisk, matematisk erkendelse: *"Nu findes der kun en måde at drage omsorg for noget på, nemlig at give det den føde og de bevægelser, der tilkommer det. Og de bevægelser, der er beslægtede med det guddommelige i os, er universets tanker og kredsløb. Vi bør altså alle følge dem, og ved at lære verdensaltets harmonier og kredsløb at kende bør vi rette de cirkler i vort hoved, der blev forstyrret ved fødslen og gøre det tænkende ligt det tænkte, i overensstemmelse med dets oprindelige natur og derved nå fuldbyrdelsen af det bedste liv, det Guderne har stillet menneskene i udsigt både for den nuværende og den kommende tid."*

Selv om matematikken op igennem historien altid har spillet en fremtrædende rolle i naturerkendelsen, har den i tiden siden den græske oldtid måttet indtage en mere og mere beskeden plads. Aristoteles' kosmologi, hvor realvidenskaber som f.eks. biologien var fremherskende, dominerede senmiddelalderen. Platonismen kommer igen på mode i renæssancen, men nu i en form præget af nye videnskabelige erfaringer. Som vi skal se, mistede matematikken sin direkte metafysiske rolle og blev et redskab i udviklingen af det mekaniske verdensbillede.

## Matematik som videnskabens sprog

I forbindelse med den videnskabelige revolution i det 17. århundrede og udviklingen af det mekaniske verdensbillede fik astronomien og den mekaniske fysik en matematisk form. Den klassiske Newtonske mekanik kunne formuleres i den nyetablerede infinitesimalregning. Infinitesimalregningen blev faktisk skabt i et uadskilleligt nært samspil med den klassiske fysiks udvikling. Man kunne ud fra nogle få matematiske grundligninger beregne himmellegemers positioner, opstille formler for bjælkers bæreevne, opstille bevægelsesligninger for komplicerede mekaniske systemers bevægelse. Der var nu ikke længere nogen principiel forskel på de lovmæssigheder, som styrer himmellegemers bevægelse og de, som styrer de jordiske mekaniske systemer, f.eks. mekaniske ure og menneskets bevægeapparat. Matematikken var blevet det sprog, som giver adgang til naturens hemmeligheder.

Målet for naturvidenskabelige teorier har siden renæssancen været at kunne opstille nogle få grundlæggende matematiske ligningssystemer, som beskriver de mekanismer og kausallove, der ligger bag naturfænomenerne. På grundlag af kendskab til disse basale mekanismer mente man at ville blive i stand til at manipulere naturen, kontrollere dens processer og dermed udnytte disse processer til menneskelige formål. Matematikken er ikke længere, som hos Platon, udelukkende en vigtig kilde til ren erkendelse, den er et nødvendigt redskab for vor tekniske beherskelse af naturen.

Det er imidlertid ikke alle fænomener, der lader sig beskrive matematisk. F.eks. er det yderst vanskeligt at give en matematisk beskrivelse af et blad, der falder til jorden i en let brise. Det er en så kompliceret proces, at det ikke er muligt at finde et overskueligt system af parametre, som kan knyttes sammen til et håndterligt ligningssystem. Det er således heller ikke muligt for en meget stor del af de processer, bevægelser eller systemer, som man ud fra praktiske formål ønsker at kontrollere. Forudsætningen for at kunne benytte matematiske beskrivelser er, at man foretager meget vidtgående idealiseringer af de fænomener, man studerer. Matematikken kan ikke bruges til at beskrive fænomenernes fremtrædelsesformer, men den kan bruges til at beskrive de bagvedliggende mekanismer, som producerer fænomenerne.

Fremkomsten af de matematisk formulerede naturvidenskaber (astronomi, mekanik og optik) og i forbindelse hermed det mekanistiske verdensbillede fik betydning langt udenfor naturvidenskabernes ramme. Det blev grundlaget for en ny måde at anskue virkeligheden på og dermed for en ny form for rationalitet. Dette kan illustreres med skillelinien mellem primære og sekundære kvaliteter, som netop opstod som led i det mekanistiske verdensbilledes udvikling.

Som nævnt kan matematikken kun meget dårligt beskrive fænomenerne, som vi oplever dem direkte. Man får ikke en effektiv og sikker matematisk beskrivelse, før man er kommet ned til de bagvedliggende, basale mekanismer. De umiddelbart oplevede fænomener fremtræder for os med sekundære kvaliteter som farve, lugt, smag o.s.v. Men disse kvaliteter er subjektive og virkelige på en anden måde end legemers bevægelsestilstand, antal, vægt, geometriske form o.s.v. Disse primære kvaliteter er objektive træk ved tingene i naturen, og de kan

beskrives i et matematisk sprog. Atomerne, som verden er bygget op af, har udelukkende disse primære matematisk beskrivelige kvaliteter, og det er atomernes bevægelse og påvirkning af vore sanseorganer, som også er opbygget af atomer, der forårsager de flygtige, subjektive kvaliteter.

I dette verdensbillede består virkeligheden således af materielle legemer, som bevæger sig i abstrakt rum og tid. Denne virkelighed har egenskaber, som kan beskrives i matematiske teorier. Alle andre fænomener kan først forstås objektivt, videnskabeligt, når de er blevet reduceret til disse basale elementer. Alt virkeligt vedrører bevægelse i rum og tid, og der er frit spillerum, når man blot overholder naturens d.v.s. fysikkens, grundlæggende love. Der er intet bånd på vor bevægelsesfrihed, der er ingen indbyggede værdier i tingene, vi kan manipulere frit med tingene. Det eneste virkelige, styrende princip er de naturlove, vi kan afdække i matematisk form. De er vigtige som grundlag for vore muligheder for at kunne kontrollere og styre vore omgivelser.

Det var ikke alle virkelighedens facetter, som kunne indordnes i det mekanistiske verdensbillede og gives matematiske beskrivelser i det 17. og 18. århundrede. Fordi man var blind overfor komplekse, åbne systemer, var der heller ikke noget som viste, at det i princippet skulle være umuligt at opnå matematiske, fysiske forklaringer af næsten alt. De videnskabelige områder, som havde fået en matematisk form, udviklede sig fra succes til succes. I det 19. århundrede får vi så "den 2. videnskabelige revolution", idet flere nye videnskabelige områder, får en moden matematisk form. Det gælder f.eks. for termodynamikken, elektrodynamikken og visse dele af kemien og fysiologien.

## Spaltningen i ren og anvendt matematik

I perioden fra det mekanistiske verdensbilledes dannelse i renæssancen og til godt ind i det 19. århundrede var de forskellige naturvidenskabelige fagdiscipliner ikke udsondret som isolerede forskningsområder eller uddannelsesmæssige enheder. Matematikken og de forskellige fagdiscipliner indgik som dele af naturfilosofien. De fleste naturfilosoffer i denne periode bidrager da også til mange forskellige fagvidenskaber. Det gælder f.eks. for Galilei, Descartes, Newton og Leibniz. Den naturvidenskabelige, eller snarere naturfilosofiske forskning, foregik i denne periode primært ved de videnskabelige akademier og i mindre grad ved universiteterne, som først og fremmest var uddannelsessteder. Til trods for, at Francis Bacon allerede i begyndelsen af det 17. århundrede havde argumenteret for den eksperimentelle naturvidenskabs betydning for det praktiske liv, havde den forskning og aktivitet, som foregik ved de videnskabelige akademier rundt omkring i Europa, meget lidt berøring med den praktiske virkelighed. De ting, der foregik i minerne og manufakturterne, havde større indflydelse på den videnskabelige udvikling end omvendt.

I det 19. århundrede sker der imidlertid nogle afgørende nyorienteringer. På det uddannelsesmæssige plan er en af de vigtigste begivenheder fremkomsten af ingeniørskolerne først i Tyskland og senere rundt omkring i Europa. Her fik man

en type institutioner, hvor undervisning i naturvidenskab og matematik kombineredes med undervisning i håndværksmæssige fag.

Det er vanskeligt at afgøre, hvilke faktorer der førte til oprettelse af ingeniørskoler. Men der hersker ingen tvivl om, at industrien, hvor man efterhånden anvendte ret komplicerede former for maskiner, havde et stigende behov for uddannet arbejdskraft.

I slutningen af det 19. århundrede har man ikke kun erkendt naturvidenskabernes og matematikkens centrale betydning for den teknologiske og industrielle udvikling. Der er også dannet institutionelle rammer for et samarbejde mellem forskning og industriel udvikling. Der findes ingeniørskoler, hvor vordende industrifolk kan få både en matematisk-naturvidenskabelig uddannelse og kendskab til konkrete håndværksmæssige og ingeniørmæssige forhold. Det mekanistiske verdensbillede er således kommet ned på jorden og ind i industrien. Grundlaget for den moderne tekniske rationalitet er hermed tilstede, idet der både rejses kvalifikationskrav fra industrien, der findes uddannelsesinstitutioner, som kan producere kvalificeret arbejdskraft, og matematikken og naturvidenskabernes har nået et udviklingstrin, som gør dem brugbare i industrien.

Det var ikke kun nyttiggørelsen af naturvidenskaberne og ingeniøruddannelsernes fremkomst, som prægede udviklingen i det 19. århundrede. Det har siden den græske oldtid været et kendemærke ved matematikken, at den var udtryk for den højeste og sikreste erkendelse. Denne opfattelse blev videreført i den mekanistiske verdensopfattelse, hvor den mest grundlæggende beskrivelse af virkeligheden netop var den matematiske beskrivelse af rum-tids-lige forhold. Matematikken er derfor nødvendig forudsætning for forståelse af virkeligheden.

Fremkomsten af ingeniøruddannelserne og den instrumentalistiske holdning til matematik og naturvidenskab som hjælpediscipliner for den tekniske udnyttelse af naturen kan ses som en realisering af oplysningstidens nyttebetonede uddannelsesideal. I begyndelsen af det 19. århundrede opstod der imidlertid i Tyskland en kraftig reaktion på denne udvikling, nemlig nyhumanismen, hvis mest fremtrædende repræsentant var Wilhelm von Humboldt (han var en tid undervisningsminister og grundlagde Berlins Universitet i 1809). Grundideen i nyhumanismens dannelsesideal var, at uddannelse først og fremmest skal føre til personlig individualitet. Dette skal ske ved, at indholdet i uddannelsen skal omfatte alle de åndelige strukturer og værdier, som er nødvendige for individets totale udvikling. De relevante åndelige værdier fandt nyhumanisterne i det antikke Grækenland, hvor matematikken i modsætning til de empiriske videnskaber spillede en afgørende rolle.

Man skal ikke forstå nyhumanisternes ideer på den måde, at de var modstandere af praktiske, erhvervsrettede former for indlæring. De havde derimod forstået, *"at en dannelse, som blot var rettet imod de samfundsmæssige funktioner, i virkeligheden var en slags indlæringsforbud, og at konsekvenserne kunne blive en formindskelse af de individuelle tilværelsesmuligheder netop på grund af den givne undervisning."* For at undgå at individet bliver bundet socialt af sin erhvervsuddannelse er det vigtigt, at det igennem dannelsesprocessen har udviklet sig til en hel oplyst og moralsk bevidst personlighed. På baggrund af disse almene færdighe-



der vil det så være en smal sag for personen at lære sit erhvervs særlige færdigheder. Humboldt udtrykker det således: "*Giv ham den undervisning, som er fornøden hertil, og han vil let erhverve sig sit fags særlige færdigheder og samtidig beholde friheden til at kunne overgå fra et erhverv til et andet.*"

Nyhumanisterne var højt placerede i den tyske administration. Deres ideer prægede derfor reformerne i det tyske uddannelsessystem. Det betød bl.a. for matematikkens vedkommende, at den fik en central placering i uddannelserne, både i gymnasierne, på de tekniske højskoler og på universiteterne. Den ny-humanistiske matematikopfattelse kan passende karakteriseres med Crelles ord fra 1830: "*Der wahre Zweck der Mathematik ist das Mittel der innersten Aufhellung des Verstandes und Übung der Geisteskräfte.*" Det er forståeligt, at denne opfattelse førte til, at matematikken på universiteterne udviklede sig abstrakt væk fra anvendelserne og i retning af grundlagsproblemer. I sidste halvdel af det 19. århundrede opstod mængdelæren og den matematiske logik, discipliner som primært vedrører matematikkens indre struktur.

Tyskland var i denne periode førende i den naturvidenskabelige og teknologiske udvikling. Der fandtes på det tidspunkt i det væsentlige to modsatrettede opfattelser af matematikkens og de basale videnskabers betydning.

Ingeniørerne og de tekniske højskoler var utilfredse med, at matematik og naturvidenskab blev undervist som et mål i sig selv og ikke kun som hjælpemidler til løsning af tekniske problemer. En del matematikere støttede dette synspunkt, bl.a. den indflydelsesrige matematiker Felix Klein. Matematikken skulle udvikles i nær tilknytning til dens anvendelse i fysik og teknik. I virkeligheden var matematikkens grundlæggende teorier opstået i forbindelse med modellering af fysiske processer, og det var u hensigtsmæssigt eller direkte skadeligt, hvis de udviklede sig for abstrakt og væk fra deres udgangspunkt.

Den anden opfattelse, som især var fremherskende på universiteterne, gik ud på, at matematikken var et fag i sig selv med sine egne problemstillinger og idealer. Dens relationer til anvendelserne var ikke uomgængelig og kunne i værste fald skade fagets indre udvikling. Denne opfattelse repræsenteredes af betydningsfulde matematikere som R. Dedekind og G. Cantor. I deres og andres hænder blev grundlaget for den moderne matematik skabt, med dens krav om præcise aksiomsystemer og stringente formelle beviser. Fra nu af var skellet mellem ren og anvendt matematik for alvor installeret.

Set fra et indre matematisk synspunkt fik isoleringen af den rene matematik fra anvendelserne stor betydning for matematikkens videre udvikling. Det er vanskeligt at forestille sig mange moderne resultater inden for alle matematikkens hovedområder uden udviklingen af abstrakt mængdelære. Men set fra et anvendelsessynspunkt førte denne udvikling ofte til urimelige idealiseringer. Så modsætningen mellem ren og anvendt matematik, og mere generelt mellem ren og anvendt videnskab, er idag aktuel som aldrig før. Blandt rene matematikere finder man også idag, i stil med F. Klein i sidste århundrede, bekymrede røster, når matematikken isolerer sig for meget fra sit udspring i virkeligheden. John von Neumann skriver f.eks.: "*Mathematical ideas originate in empirics...: once they are conceived, the subject begins to live a peculiar life of its own... As a mathematical discipline travels far from its empirical source... it becomes more and more pure*

*aestheticism...: at a great distance from its empirical source, or much "abstract" inbreeding. A mathematical subject is in danger of degeneration".<sup>16)</sup>*

Spørgsmålet er også, om opdelingen i ren og anvendt matematik i sidste ende ikke en kunstig moderne konstruktion, som allerede i dag er på retur. Det synspunkt finder vi f.eks. hos Peter D. Cox: *"The operation of mathematics into pure and applied is a recent - and transitory - phenomenon. For Poincaré, Hamilton, Maxwell, Stokes, Kelvin, Rayleigh, Boole, Gauss, Riemann, Klein, Hilbert, Gibbs, there was no separation..."*

*The bold proposal to cut the lifeline between mathematics and the physical world was put forth only in the 20th century, mainly by the Bourbaki group. Besides wrong headed, this raises profound philosophical problems about value judgments in mathematics."<sup>17)</sup>*

Selv om den rene matematik i dag prioriteres meget højt, har den dog ikke fået sin antikke metafysiske funktion tilbage. Matematik kan dyrkes for sin indre skønheds skyld og for dens erkendelsesværdi. Men dens objekter (tal, mængde, former, strukturer, m.m.) er ikke længere universets byggestene. Dens værdi som samfunds faktor ligger først og fremmest i dens instrumentelle udnyttelse i økonomien, naturvidenskaberne, teknologien og andre områder.

## Kundskabens matematik

I det foregående har vi omtalt to "videnskabelige revolutioner": matematiseringen af mekanikken i det 17. århundrede og matematiseringen af elektrodynamikken og termodynamikken i det 19. århundrede. Det synes rimeligt at tale om endnu en bølge af videnskabelige gennembrud: matematiseringen af logik og viden. Denne matematiske udvikling, som for alvor tog fart efter 2. verdenskrig, danner grundlaget for informationsteknologien. Betydningen af denne nye teknologi kan næppe overskues på nuværende tidspunkt. Men der hersker ingen tvivl om, at den i de kommende årtier vil komme til at præge samfundsudviklingen, bl.a. fordi der investeres voldsomt store ressourcer i området.

Det afgørende nye i denne udvikling er konstruktionen af matematisk baserede formalismer til repræsentation og bearbejdning af viden og information, samt konstruktion af datamater, som kan håndtere disse formalismer automatisk. Denne udvikling har ført til flere afgørende nyorienteringer i moderne teknologi.

For det første har informationsteknologien betydet, at mange ingeniørmæssige problemer, som tidligere ikke kunne behandles ud fra videnskabelige teorier, fordi de nødvendige beregninger var for komplekse, nu ved brug af datateknik i højere grad kan løses videnskabeligt. Den datatekniske udvikling har ført til en væsentlig indsnævring af kløften mellem teoretiske og praktiske problemer, hvilket

---

16) John von Neumann: The mathematician, in J.R. Newman: The World of Mathematics. Vol. 4. Simon & Shuster, New York 1956.

17) Peter D. Lax: Mathematics and Its Applications. The Mathematical Intelligencer. Vol. 8. No. 4. 1986. p. 15.

naturligvis har givet nye tekniske muligheder. For det andet har informationsteknologien muliggjort en teknisk behandling af problemstillinger, der tidligere lå udover, hvad der kunne behandles ved teknisk-videnskabelige metoder.

Det gælder udviklingen af CAD/CAM systemer, kontorautomation, kunstigt intelligente systemer m.v. I denne udvikling spiller matematik en afgørende rolle, og man kan idag se konturerne til helt nye matematiske discipliner, som vokser frem i relation til den teknologiske udvikling. Det drejer sig f.eks. om kompleksitetsteori, informationsteori og automatteori.

Der er ingen tvivl om, at denne udvikling vil fortsætte, og at den vil komme til at præge strukturen i det tekniske-videnskabelige videnssystem. Men udviklingen har også givet anledning til en kritisk debat, som vi ganske kort skal forholde os til.

På mange måder kan den moderne kritik af informationsteknologien betragtes som en genoptagelse eller videreførelse af ny-humanismen fra sidste århundrede. Det er igen mennesket som en helhed, som en dannet person med værdier, holdninger, projekter, synspunkter og forhåbninger, som sættes over for den ret vulgære reduktion af mennesket til en logisk automat. Men i modsætning til begyndelsen af sidste århundrede har en sådan kritik i dag betydelig mindre gennemslagskraft. Det hænger naturligvis sammen med den tekniske rationalitet, som præger det moderne samfund. De humanistiske værdier (personlig frihed, lige adgang til samfundsgoder ...) vil ofte være i modstrid med samfundets krav om økonomisk vækst, effektivitet og profitmaksimering.

Da den humanistiske kritik af informationsteknologien og dens opfattelse af menneske og samfund har vanskeligt ved at finde fodfæste, er det så meget vigtigere at fastholde nogle afgørende punkter i kritikken. For det første må man undre sig over den optimisme, som udvises m.h.t. informationsteknologiens muligheder. Siden 30'erne har man vidst, at det kun er en yderst begrænset mængde af problemer, der lader sig løse på datamaskiner. Så snart logiske systemer bliver komplekse og interessante, vil de give anledning til problemer, som ligger hinsides det algoritmiske. Matematikeren Gödel viste f.eks., at formelle systemer, som har en kompleksitet, som mindst svarer til at kunne behandle de naturlige tal 1, 2, 3, ..., vil være ufuldstændige eller selvmodsigende. Det betyder, at der ikke findes nogen algoritme eller automatisk proces, som kan afgøre, om en given påstand i systemet er gyldig eller ej. Logisk slutten og erkenden er altså ikke algoritmiske processer. Matematikken har givet os den indsigt, at disse processer kun på overfladen lader sig formalisere.

I denne forbindelse er det også værd at fremhæve, at de ekspertsystemer, som til dato er konstrueret, kun fungerer under helt uacceptable, primitive forhold. Dette sammenholdt med ufuldstændighedsresultaterne lader antyde, at der er en kløft mellem vor intelligente adfærd og de matematiske modeller, vi i dag tillægger så stor værdi. Dette havde John von Neumann i øvrigt selv observeret i den tidlige fase af datamaskinens udvikling: *"We are very far from possessing a theory of automata which deserves that name, that is, a properly mathematical theory... A*

*detailed, highly mathematical and more specifically analytical, theory of automata and of information is needed".<sup>18)</sup>*

Brugen af computer-metaforen i psykologi, beslutningsteori, kommunikationsteori og andre områder af relevans for "knowledge engineering" fører endvidere til et alarmerende primitivt billede af mennesket. Hos Descartes var en kat ikke væsentligt forskellig fra et mekanisk ur. Idag er vi blevet klogere og ved, at den grad af kompleksitet, som indgår i kattens biologiske opbygning, på ingen måde lader sig beskrive klassisk mekanisk. Men til trods for denne udvikling i viden, betragter man den menneskelige hjerne som en umådelig kompleks datamat, som imidlertid ikke er principielt anderledes end de menneskeskabte datamater. Dette reduktionistiske menneskesyn sammen med tiltroen til informationsteknologiens muligheder udgør en farlig moderne ideologi. I analogi med den måde, som den matematiske fysik var med til at cementere det mekaniske verdensbillede, er den moderne datalogiske matematik idag med til at cementere dette primitive billede af mennesket, dets tanker, følelser og handlinger.

Den moderne tekniske rationalitet har tilsyneladende helt lammet det kritiske potentiale, som i virkeligheden ligger i matematikken selv. Som omtalt viste Gödel allerede i 30'erne, at interessante matematiske formalismer sædvanligvis vil være ufuldstændige eller selvmodsigende. Siden den tid har man opnået mange nye afgørende ufuldstændighedsresultater, som viser begrænsningerne i datamaternes muligheder. Endvidere har man indset, at de eksisterende matematiske formalismer nok ikke er de mest adækvate til repræsentation af kognitive processer. Til trods for disse sigende resultater fortsætter den ubegrænsede optimisme og forsøget på at reducere alle betydningsfulde tekniske og praktiske problemer til "formelle problemer", der kan håndteres på en datamat.

Situationen minder på mange måder om forholdene omkring det klassiske, deterministiske verdensbillede, hvor alle fænomener i natur og samfund forsøgt reduceret til mekaniske modeller. Fastholdelsen af dette billede var kun mulig i den udstrækning, at helt afgørende fænomener blev fortrængt fra den teoretiske, videnskabelige forståelse. Det gjaldt reduktionen af biologiske, medicinske og sociale fænomener til mekaniske modeller. De komplekse fænomeners fysik, de irreversible, dissipative udviklinger (f.eks. fødsel, død, udvikling af ordnede stabile strukturer) fra dagligdagen, lå udenfor det klassiske verdensbilledes begrebsramme. De blev derfor trængt i baggrunden, og denne ideologiske fortrængning var helt nødvendig for opretholdelsen af verdensbilledet.

På tilsvarende måde kan computer-metaforen kun opretholdes i den udstrækning, at helt afgørende indre begrænsninger ved vore matematiske modeller og teorier forties. Men ligesom den klassiske fysik i sig selv indeholdt sine egne begrænsninger, indeholder den teoretiske datalogi i form af matematisk-logisk uafgørkelighedsresultater sine egne begrænsninger. Men den tekniske rationalitet og den dermed forbundne tro på informationsteknologiens muligheder umuliggør, at disse resultater og vanskeligheder kommer op til overfladen og får den brede opmærksomhed, de fortjener. Den ideologiske fortrængning fortsætter, og den moderne matematik, naturvidenskab og teknologi følger med.

---

18) John von Neumann: The Mathematician.

## **Del II**

### **Teknisk-naturvidenskabelig viden og uddannelser**



## KAPITEL 6.

### Det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem

"- Husk altid på, yngling, sagde fader Paisij, at den verdslige videnskab, især i det sidste århundrede, har analyseret alt det himmelske, som er givet os i arv i de hellige bøger, og efter en ond og hård analyse er af alt det fordums hellige intet blevet tilbage. Men mens de har opløst del for del, har de i utrolig blindhed overset helheden. Og det skønt det hele står urokkeligt for deres øjne nu som dengang og Helvedes gab ikke besejrer det. Har det måske ikke levet i nitten sekler, rører det sig ikke i den enkeltes sjæl og i massernes? Ja, og oven i købet i de sjælelige rørelser hos de selvsamme, altopløsende ateister lever det som før urokkeligt! Ti også de, som har fornægtet kristendommen og gjort oprør imod den, er i deres væsen selv af det samme Kristi billede og er og bliver det; for endnu har hverken deres visdom eller deres hjerter evnet at skabe et andet højere billede for mennesket end det, som Kristus engang gav os. Og de forsøg, som er blevet gjort, har bare ført til vanskabninger."<sup>19)</sup>

..."But as a nation, we have decided to commit our resources to venture into space for one primary reason: We believe that this mission to the far-out will produce many down-to-earth benefits for men - benefits for all men, today and in the future.

In fact, it is my belief, that the nation that is first in science and technology has a chance to be the first to overcome some of the perplexing problems that have beset mankind since the beginning of civilization.

We knew, when we started that the Moon, for example, would yield keys to some fundamental questions about the origin and history of the Earth and about the rest of our home, the solar system.

We also knew, when we began, that people who don't explore today find themselves without the ingredients of progress tomorrow.

Now let that sink in. This great economy of ours today is not the product of accident. The so-called technological gap - even between ourselves and other developed nations - is not just good luck on our part or bad luck on theirs. The investment that this nation has made - public and private - in men and materials into the fields of science and technology, into all of the related fields that surround our space exploration has contributed immensely to our scientific and technological success and indeed to our great achievement".

og videre:

"I make this case today because there are those who say we are wasting our money in the space program. I want to say that this is one of the wisest investments that this country has ever made. And I might add that the techniques that are going to put a man on the Moon are going to be exactly the techniques that we are going to need to clean up our cities; the management of Government and business, of scientist and engineer.

---

19) Dostojevski: Brødrene Karamazov I ed. H. Hirschsprungs Forlag, København 1953.

*We're not going to make these cities over just by a speech. And we're not going to do it either just because we have a hundred billion dollars that somebody wants to put into it. I get on my favorite topic; it takes more than just money to do anything. It requires knowledge, planning; it requires the technology, the ability to get things done.*

*There is no checkbook answer to the problems of America. There are some human answers and the systems analysis approach that we have used in our Defense Dept.; the systems analysis that we have used in our space and aeronautics program - this is the approach that the modern city of America is going to need if it's going to become a livable social institution.*

*So maybe we've been pioneering in space only to save ourselves on Earth. As a matter of fact, maybe the nation that puts a man on the Moon is the nation that will put man on his feet first right here on Earth. I think so.*

*We might have made most of those advances without landing a Surveyor on the Moon or probing far into space - if we had thought to try.*

*But much of progress comes unforeseen, and its achievement depends heavily on the broader objectives a nation sets for itself.*

*I think a certain extravagance of objectives - a will to push back the frontiers of the unknown - is the test of a vital society, a nation that intends to meet the challenges of tomorrow with a running start.*

*Our space program is a splendid challenge and a noble mission - one whose practical benefits for today are exceeded only by its promise for tomorrow, I urge every American to support the future development of our space program...<sup>120)</sup>*

Vi vil i dette kapitel søge at karakterisere det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem, som vi kender det idag. Vi vil for det første fremdrage nogle karakteristika ved dets komponenter og struktur, og vi vil undersøge dets funktioner og begrundelse samt den anvendelse, teknisk-naturvidenskabelig viden har. Endelig vil vi beskæftige os med spørgsmålet om, hvorvidt dette videnssystem befinder sig i krise. De brudstykker af den daværende amerikanske vicepræsident Hubert H. Humphrey's tale, vi har citeret, kan illustrere nogle af de karakteristika, vi vil behandle.

Såvel talens genstand, en af det amerikanske militære rumforskningsprojekts tekniske successer, som dens indhold, illustrerer den vækst, videnssystemet har haft - en vækst som udfra mange målestokke er uden sidestykke i historien. Talen illustrerer samtidig, at væksten opnås ved en indsats af ressourcer, som er begrundet i rumprojektets centrale rolle i forbindelse med landets militær, økonomi og prestige.

Talens vægt på betydningen af managementteknikker til koordination af projektets mange aktiviteter rører ved et andet forhold ved videnssystemet. Væksten er ledsaget af en sådan specialisering og institutionel kompleksitet, at udviklingen af et selvstændigt vidensområde har været nødvendig for at gennemskue og styre forskning og udvikling.

---

20) Uddrag fra en tale holdt i 1967 af den daværende amerikanske vicepræsident Hubert H. Humphrey i the Smithsonian Institution, citeret fra "Aerospace Technology", maj 1968.



I talen er det overvejende videnssystemets instrumentelle funktion, der betyder noget. Der er lidt abstrakt anerkendelse af viljen til at udvide erkendelsens grænser, men det fremgår, at det er videnskabens bidrag til tekniske resultater, der er hovedsagen. Talen drejer sig om succeser, som er opnået ved en instrumentel brug af videnssystemet og ved en bevidst, målrettet indsats af videnskabsfolk og teknikere.

Det fremgår dog, at værdien af de succeser, der direkte er talens genstand - det militære rumprogram - er anfægtet. En væsentlig del af talen indeholder en begrundelse for, at de uhyre investeringer heri er en af landets klogeste beslutninger. Det er den, fordi den udvikling af videnssystemet, investeringen har muliggjort, vil give resultater i form af viden, der kan løse en meget stor mængde af problemer af meget forskellig natur. Rumprogrammet er en ædel mission, fordi det indebærer, at sådan viden produceres.

Endelig illustrerer talen en forestilling om, at den viden, der har bidraget til tekniske succeser, også kan løse sociale og menneskelige problemer. *"The techniques that are going to put man on the Moon are going to be exactly the techniques we are going to need to clean up our cities."* Vi vil undersøge den dominans, videnssystemets rationalitet har også på områder, hvor det drejer sig om behandling af sociale og etisk-normative aspekter af et problem.

## Teknisk løsning af praktiske problemer

Brug af naturvidenskab og matematik til løsning af praktiske problemer er med enkelte undtagelser af ret ny dato. Der var i det meste af sidste århundrede kun ret få tilfælde, hvor naturvidenskabelige erkendelser lå til grund for løsning af tekniske og praktiske problemer. Relationen mellem naturvidenskab og teknisk viden var mere præget af, at bedre teknisk kunnen muliggjorde og inspirerede til videnskabelige erkendelser end omvendt.

Fra omkring midten af århundredet udvikledes imidlertid flere teknologi- og industriformer, som direkte var baseret på naturvidenskabelig indsigt, og som var utænkelige uden et ret højt udviklet videnskabeligt grundlag. Det gjaldt inden for den kemiske industri, hvor f.eks. den syntetiske farvestofproduktion betød afgørende ændringer af denne industri og inden for den elektroniske industri, hvor den eksperimentelle verifikation af Maxwells elektrodynamik dannede udgangspunkt for industriel udnyttelse af trådløs kommunikation.

Medens disse tidlige eksempler på teknisk udnyttelse af videnskabelig resultater var enkeltstående, omend på nogle områder afgørende, udvikledes hen mod århundredeskiftet og op i vort århundrede, institutionelle rammer for samarbejdet mellem videnskab og industri. Der var i mange lande ingeniørskoler, hvis kandidater i stigende omfang fik betydning i industrien, og inden for enkelte industrigrene oprettedes industrilaboratorier, hvorved en mere systematisk udnyttelse af videnskabelige erkendelser og videnskabelig metode blev mulig.

Op gennem det 20. århundrede er omfanget af videnskabeligt arbejde øget. Samtidig har udviklingen af de institutionelle rammer medført en meget differentieret institutionel struktur. Foruden en specialisering m.h.t. fagområder har

differentieringen betyder udvikling af videnskabelige institutioner på meget forskellige niveauer med arbejde spændende fra grundvidenskabelig forskning til mange former for mere og mindre anvendelsesrettet forskning og udviklingsarbejde.

Denne udvikling har medført en mere systematisk anvendelse af videnskabelig viden og videnskabelige metoder, men den har tillige betydet, at forbindelse mellem de forskellige niveauer af videnskabeligt arbejde er blevet meget mindre. Der er eksempler på, at grundvidenskabelige erkendelser endog meget hurtigt udvikles til praktisk brugbare metoder. Det er f.eks. sket inden for halvlederteknologi og bioteknologi. Men oftest er relationen langt mere indirekte. Grundvidenskab og teknisk videnskab udvikles for det meste - i hvert fald hvor det ikke drejer sig om militært højt prioriterede områder - ret uafhængigt af hinanden.

Således er der på de fleste områder meget lidt forbindelse mellem grundvidenskabelig forskning inden for den moderne fysik og matematik og den fysiske og matematiske teori, som udnyttes ved hovedparten af den praksisrettede forskning og udvikling. De muligheder, den moderne datateknik giver, har på næsten alle fagområder betydet udvikling af metoder, der er mere videnskabeligt korrekte og dermed mere optimale og sikre. Dette har bidraget til en højere grad af sammenhæng mellem videnskab og praktisk arbejde. Men det er oftest ved denne form for videnskabeligt arbejde, matematiske og naturvidenskabelige resultater fra sidste århundrede, der anvendes. Faktisk udgør den klassiske fysik en stor og sikkert den mest anvendelige del af moderne ingeniørers grundvidenskabelige ballast.

Udviklingen af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem har afgørende ændret den måde, hvorpå tekniske problemer løses. Men ændringen har ikke bestået i en omfattende direkte anvendelse af videnskabelige resultater. Snarere er der tale om, at enkelte resultater med et meget betydeligt teknisk potentiel hurtigt udvikles til tekniske anvendelser, medens der på de fleste områder udvikles teknisk viden og metoder ret uafhængigt heraf.

Hertil kommer, at overordentlig mange af de tekniske problemer, ingeniører møder, også idag løses ved hjælp af erfaringsbaserede metoder, som ligger langt fra såvel grundvidenskab som anvendt videnskab. Det sker, selv om der på de samme områder har været en systematisk datateknisk baseret udvikling af anvendelsesrettet viden.

En forklaring på denne indirekte og begrænsede brug af videnskabelig viden ligger i, at moderne, abstrakt videnskabelig viden ikke uden en meget omfattende tilpasning kan benyttes til løsning af tekniske problemer. De problemer, man er beskæftiget med på de to områder, er simpelthen for forskellige.

Ved grundvidenskabelig forskning søger man en eksakt og udtømmende forklaring på en enkelt isoleret sammenhæng i et problemkompleks. Videnskabelige problemer har en meget indirekte forbindelse til de tekniske problemer, man møder uden for videnskaben. Problemerne vedrører abstrakte sammenhænge mellem objekter under idealiserede omstændigheder - ofte omstændigheder, som ikke genfindes uden for laboratorier.

Tekniske problemer, som løses af f.eks. læger og ingeniører, vedrører reale objekter, og de er komplekse i den forstand, at de omfatter en stor mængde sammenhænge. Ved deres løsning er ikke alle sammenhænge centrale, og økonomisk-praktisk kan ikke nær alle sammenhænge tages i betragtning. En rimeligt tilfredsstillende løsning kan i de fleste tilfælde opnås, selv om ikke engang de mest centrale sammenhænge er tilbundsgående forklaret. Langt de fleste tekniske problemer løses ved en ufuldstændig, men økonomisk set tilstrækkelig forståelse og behandling af de mest afgørende sammenhænge og faktorer, som indgår i problemets helhed.

Man er i gang med en videreudvikling af metoder baseret på stadig billigere og mere avancerede datamater, som har ført og yderligere vil føre til en langt højere grad af udnyttelse af videnskabelig forståelse ved løsning af praktiske problemer. Men bortset fra problemtyper, der lader sig standardisere, vedrører datamatbase-rede metoder ofte kun en begrænset del af komplekse praktiske problemer.

På trods af at der er store forskelle på de typer af problemer, grundvidenskab-erne og de forskellige niveauer af tekniske videnskaber er beskæftiget med, er der fællestræk ved natur- og tekniske videnskaber på forskellige niveauer. De opererer i nogen grad med de samme grundlæggende begreber.

Yderligere har hele det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem en grad af fælles forståelsesramme og en fælles type af begrundelsessammenhæng. Begge henter deres forklaringer i et univers bestående af kausalmekanismer, der omfatter materielle objekter, og som ideelt beskrives i et matematisk sprog. Det betyder, at der er udviklet præferencer, der til en vis grad er fælles, med hensyn til bestemte modeller og forklaringstyper og dermed til, hvilke aspekter af et problem, der fokuseres på. Selv om den direkte anvendelse af grundvidenskab til løsning af tekniske problemer er sparsom, og selv om de forskellige niveauer af grundvidenskab og anvendelsesvidenskaber udvikles uafhængigt, har videnssystemet således i nogen grad en fælles rationalitetsform.

## **Videnssystemets instrumentelle funktion**

Et videnssystems instrumentelle funktion består i bidrag til løsning af de problemer, der er knyttet til pågældende samfunds generelle behov for føde, sundhed, boliger, velfungerende miljøer etc. Løsningen af sådanne problemer, som vi vil betegne praktiske problemer, vil i moderne samfund forudsætte løsning af meget forskelligartede tekniske og videnskabelige problemer. Men praktiske problemer har ikke blot tekniske og videnskabelige aspekter. De vedrører de formål, individer i et samfund har med deres liv og omfatter derved tillige moralske og værdimæssige aspekter.

F.eks. forudsætter etablering og udvikling af gode fysiske miljøer en række overordnede politiske valg og fortolkninger af interesser, alene for at afgøre hvad forskellige grupper i samfundet vil forstå ved et godt miljø. Afgørelser af denne art består ikke blot i politiske afvejninger mellem etablerede og formulerede interesser. De implicerer tillige, at menneskelige værdier og forhåbninger fortolkes

overfor tekniske muligheder. Sådanne fortolkninger kræver viden af en helt anden art end den tekniske og naturvidenskabelige.

Hvad der gør løsningen af praktiske problemer yderligere vanskelig er, at fortolkning og afgørelser af værdimæssig art ikke kan træffes én gang for alle. Løsningen vil implicere løsning af en række tekniske problemer, som hver især vil modificere mulighederne og stille krav om nye værdimæssige afgørelser. Ved løsning af praktiske problemer er videnskabelige og tekniske problemer sammenvævede.

Der er gennem de sidste hundrede års historie stillet store forhåbninger til det tekniske-naturvidenskabelige videnssystems bidrag til løsning af praktiske problemer. Humphrey's tale, som vi indledte kapitlet med, er et blandt mange eksempler herpå. Men på trods af videnssystemets indlysende succes'er med hensyn til at løse naturvidenskabelige og tekniske problemer er der en voksende erkendelse af, at dets bidrag til løsning af praktiske problemer er begrænset.

Det skyldes efter vores mening, at de værdimæssige, normative sider af praktiske problemer ignoreres. Når Humphrey mener, at *"the systems analysis that we have used in our space and aeronautics program - this is the approach that the modern city of America is going to need if it's going to become a livable social institution"* udtrykker det, hvad vi vil betegne som videnssystemets dominans: en overbevisning om, at den viden og rationalitetsform, som er effektiv overfor tekniske og videnskabelige problemer også må kunne løse praktiske problemer. Der er imidlertid en stigende erkendelse af, at dette ikke er tilfældet.

Den systemanalyseteknik, som Humphrey stillede så store forhåbninger til, er i vidt omfang søgt anvendt i forbindelse med offentlig administration, sundhedsvæsen, uddannelse, egnsudvikling m.v. Det skete bl.a. i USA i årene efter Humphrey's tale, da en mængde systemanalysefolk fra rumforskningsprogrammet blev indsat på sådanne opgaver.

At forhåbningerne til denne tekniks anvendelse ved løsning af praktiske problemer imidlertid i vidt omfang blev gjort til skamme, er blot ét eksempel på et generelt forhold: De menneskelige og værdimæssige aspekter af et praktisk problem lader sig ikke løse ved hjælp af teknisk viden, som netop forudsætter problemet reduceret, så det ikke omfatter sådanne aspekter. Disse aspekter kan negligeres, og det bliver de i vidt omfang som følge af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems dominans, men det giver ikke tilfredsstillende løsninger.

Den rationalitetsform, som er en komponent i dette videnssystem, er udviklet med henblik på løsning af problemer, der omfatter materielle objekter. Den indebærer, at de aspekter og sammenhænge, som er de afgørende for sådanne problemer, isoleres, og den indebærer en præference for modeller, som er velegnede ved deres løsning.

De øvrige videnssystemer, vi har behandlet, er udviklet med henblik på forståelse af menneskelige relationer. Det gælder det konfucianske, det thomistiske og det afrikanske videnssystem. En sådan forståelse tilstræbes tillige af de åndsvidenskaber eller humanistiske videnskaber, som findes idag. Det univers, de opererer i, omfatter åndelige fænomener som viljesytringer og symbolske aktiviteter. Det vedrører menneskets fortolkning af sig selv og sine omgivelser og de spor, som

vore ytringer har sat sig i historien. De former for rationalitet, som indgår i sådanne videnssystemer, er fundamentalt anderledes end de teknisk-naturvidenskabelige. De har præferencer for andre typer af forklaringsmodeller, der ikke omfatter kvantificerbare sammenhænge, og som ikke lader sig beskrive i et matematisk sprog.

I takt med at det tekniske-naturvidenskabelige videnssystems verdensbillede er blevet det dominerende - og den tekniske succes iøjnefaldende - har dets rationalitet i stigende grad domineret. De former for viden, som er udviklet med henblik på forståelse af menneskelige relationer, negligeres, eller de har søgt at overtage den teknisk-naturvidenskabelige rationalitet.

Dominansen har forskellige former. Den kan ses i almindelige politiske forestillinger og argumenter. Den kan ses i fordelingen af ressourcer, der bevilges til forskning og uddannelse indenfor forskellige fagområder. Den kan ses i form af fremvæksten af en række fag som systemanalyse, der meget direkte udgør en operationalisering af den teknisk-naturvidenskabelige rationalitet overfor bestemte typer af problemer, som tidligere har været løst på baggrund af politiske eller alment menneskelige overvejelser. Den kan endelig ses i udviklingen inden for fagområder som medicin - tydeligst i psykiatri - eller psykologi og pædagogik, der har søgt at overtage naturvidenskabernes rationalitet.

Den datatekniske udvikling synes at betyde en kulmination af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems instrumentelle funktion. Den kan muliggøre, at megen videnskabelig indsigt kan udnyttes ved løsning af praktiske problemer. Men datateknikkens anvendelse sker på den tekniske rationalitets betingelser, og den meget omfattende anvendelse, der i dag er forhåbninger til, indebærer samtidig en kulmination af videnssystemets dominans - en dominans, der er ved at blive åbenbar, og som der i stigende grad opponeres imod.

Som vi har set i forbindelse med diskussionen af Humphrey's synspunkt, har det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem givet anledning til en bestemt teknisk, rationel opfattelse af praktisk problemløsning. Alle mulige former for praktiske problemer kan og bør håndteres på samme måde som den, hvorpå det lykkedes at sende mennesker til månen. Synspunktet støttes af mange faktiske teknologiske succes'er. Men videnssystemets dominans har ofte gjort os blinde for de lige så oplagte teknologiske fejltrin, især når de teknisk-naturvidenskabelige metoder søges anvendt på værdimæssige og normative problemstillinger.

## **Videnssystemets metafysiske funktion**

Vi vender os nu mod det moderne tekniske-naturvidenskabelige videnssystems metafysiske funktion. Dette videnssystem blev som nævnt grundlagt i renæssancen og det 17. århundrede. Det førte til et helt nyt verdensbillede og dermed et kritisk opgør med den middelalderlige tænkemåde.

Opgøret med den middelalderlige tankegang var ikke et snævert lokalt forehavende. Det var ikke kun den aristoteliske fysik, som blev udskiftet med

Newton's teori om den universelle gravitation. Hele virkelighedsopfattelsen, vor opfattelse af naturen, samfundet og menneskets plads i universet blev ændret.

Mennesket havde ikke længere en naturlig plads i verdens centrum og var ikke længere beskyttet af en Guddom, som havde indstiftet en naturlig orden i universet og samfundet. Mennesket måtte nu selv redegøre for og definere sin plads i naturen og samfundet. Samtidig blev den matematiske eksperimentelle metode, som førte til de store succes i naturerkendelsen, fremhævet som en universel erkendelsesform, som med lige så stor succes kunne anvendes på den moralske og politiske erkendelse. Benedictus de Spinozas (1632-77) etik havde undertitlen "fremstillet på geometrisk måde" og blev opbygget efter samme aksiomatiske metode, som den euklidiske geometri. Tilsvarende blev Thomas Hobbes (1588-1679) overbevist om den nye videnskabelige metodes overlegenhed og udviklede en teori om mennesket, samfundet og staten på "galileisk" vis.

Lad os som eksempel kort se på Hobbes' statsteori. Som vi har set, var naturlovene for Thomas Aquinas Guds indstiftelse. De gav både udtryk for, hvordan forholdene faktisk var, og hvordan de burde være, og de gjaldt både for naturen og for samfundet. For Hobbes var situationen helt anderledes. Mennesket er som et atom styret af grundlæggende kræfter, som, med mindre der gribes ind, vil føre til, at det altid må befinde sig i en tilstand af krig (naturtilstanden). Der er i menneskets natur tre kræfter, som vedligeholder naturtilstanden, nemlig tilbøjeligheden til konkurrence, frygtsonheden og stoltheden. *"The first, maketh men invade for gain; the second, for safety; and the third, for reputation. The first use violence, to make themselves masters of other men's person, wives, children, and cattle; the second, to defend them; the third, for trifles, as a word, a smile, a different opinion, and any other sign of undervalue, either direct in their persons, or by reflection in their kindred, their friends, their nations, their profession, or their name."*<sup>21)</sup>

Når disse kræfter får frit spil, og mennesket derfor befinder sig i naturtilstanden, vil der ikke findes nogen kultur eller noget samfund, og livet vil være uudholdeligt: *"no society; and worst of all, continual feare, and danger of violent death; and the life of man, solitary, poore, nasty, brutish, and short"*. I denne naturtilstand har mennesket ret til med alle midler at forfølge sine mål. De naturlige rettigheder er ubegrænsede, *"every man has a right to every thing, even to one anothers body"*.

For at komme ud af denne uudholdelige tilstand af vold og frygt, hvor alt er tilladt, en tilstand som fører til et kort, dyrisk og beskidt liv, indgår menneskene en social kontrakt og overdrager deres magt til en suveræn hersker. Denne kontrakt er en ren egoistisk, gensidig aftale, som skal sikre grundlaget for et fredeligt liv. Den udtrykkes i to grundlæggende naturlove. Den første lov siger, *"that every man, ought to endavour peace, as far as he has hope of obtaining it; and when he cannot obtain it, that he may seek, and use, all helps, and advantages of war"*. D.v.s. søg fred, så vidt det er muligt, og i modsat fald forsvar dig med alle til rådighed stående midler. Den anden naturlov er en konsekvens af den første

---

21) Alle citater af Hobbes er fra: Thomas Hobbes: Leviathan. Ed. by C.B. MacPherson. Penguin Book, 1968.

og lyder: *"that a man be willing, when others are so too, as farre-forth, as for peace, and defence of himself he shall think it necessary, to lay down this right to all things; and be contented with so much liberty against other men, as he would allow other men against himself"*.

Hobbes' "natur"love, som udgør en legitimering af det enevældige monarki, er altså ikke som hos Aquinas indstiftet af Gud. De er ikke udtryk for værdier uden for mennesket, som vi kan stræbe og leve efter. Der findes ingen på forhånd givne værdier, hverken i naturen eller i samfundet. Mennesket har fra naturens side ret til alt, intet begrænser dets muligheder udover fysikkens love. De værdier, som Hobbes' naturlove er udtryk for, er indstiftet af menneskene selv for at undgå den rædselstilstand, som naturtilstanden er udtryk for. Samfundsordenen er etorstilet kompromis baseret på egoistiske fornuftsbetragtninger. Der er ikke tale om blødsøden altruisme, men kold beregning. Hvis du vil undgå faren for en voldsom død og et beskidt, dyrisk liv, så må du acceptere naturlovene og dermed samfundsordenen.

Denne reduktion af værdier, normer og samfundsbetragtninger til rationelle overvejelser i stil med dem, vi finder i den nye naturvidenskab, udviklede sig i de efterfølgende århundreder og førte til en adskillelse mellem menneskers følelsesliv og fornuft. Endvidere førte den til forkastelse af en teleologisk opfattelse af menneskets natur. Mennesket tjente ikke længere et højere formål som hos Thomas Aquinas. Det havde ikke længere nogen essens ud over at være styret af fysikkens love som alle andre materielle objekter. Mennesket var blevet delt i to dele, en indre privat natur styret af drifter, følelser og lyster, og en ydre offentlig natur, hvor det var den rationelle fornuft, som dikterede normerne og værdierne. Konsekvensen af denne udvikling er blevet en form for neohobbesianisme: en rationel videnskabelig begrundelse af samfundsindretningen og derudover frit slag til at forfølge sine private mål. Spørgsmålet om enkeltindividets moralske værdier og præferencer er et privat anliggende, som ligger hinsides det rationelle.

## Opfattelse af etik

Konsekvenserne af udviklingen af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem for vor opfattelse af etik og værdier idag er tydelig. Som moralfilosoffen A. MacIntyre har påvist, præges vor moral- og værdiopfattelse idag af emotivisme, d.v.s. det synspunkt at alle evaluative eller moralske påstande udelukkende er et udtryk for personers personlige præferencer og følelser. Der findes således ingen egentlig rationel moralteori. Dette emotivistiske synspunkt hviler, ifølge MacIntyre, på en idé om, at alle forsøg på at give en rationel begrundelse for en objektiv moralopfattelse har slået fejl. D.v.s. Hobbes' og efterfølgende rationalistiske værdiopfattelser har ført til kriser, hvor emotivismen synes at være eneste udvej. Emotivismen er således udtryk for et etisk og værditeoretisk forfald. På det moralske område er det overtalelsen eller magten, som råder, helt uafhængig af, om man kanaliserer afgørelserne over til Hobbes' Leviathan eller til et moderne parlament.

Selv om der nok findes moderne forsøg på at udvikle alternativer til emotivistiske teorier, må vi nok give MacIntyre ret i, at den teknisk-naturvidenskabelige dominans har ført til et etisk og værditeoretisk tomrum, som det er vanskeligt at se, hvordan man kan udfylde uden at sprænge rammerne for det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem. Kvalitative synspunkter er, som det fremgår af et af de indledende citater, i defensiven.

Udviklingen af det værditeoretiske tomrum er sket igennem tre stadier, som er tæt forbundet med udviklingen af det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem. Det første stadium karakteriseres således af MacIntyre: *"A first (stage) at which evaluative and more especially moral theory and practice embody genuine objective and impersonal standards which provide rational justification for particular policies, actions and judgments and which themselves in turn are susceptible of rational justification"*.<sup>22)</sup> Hobbes' begrundelse for statens indretning, det uindskrænkede monarki, er en teori af denne type. Det næste trin i udviklingen karakteriseres således: *"a second stage at which there are unsuccessful attempts to maintain the objectivity and impersonality of moral judgments, but during which the project of providing rational justifications both by means of and for the standards continuously breaks down"*.

Dette trin i udviklingen kan med en vis ret lokaliseres i oplysningstiden, hvor den tekniske, videnskabelige rationelle tankeform når en første kulmination. Den sidste fase i udviklingen sker i vor tid med fremkomsten af emotivisme og andre former for værdinihilistiske opfattelser: *"A third stage at which theories of an emotivist kind secure wide implicit acceptance because of a general implicit recognition in practice, though not in explicit theory, that claims to objectivity and impersonality cannot be made good"*. Når man betragter etik og værditeori ud fra det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem, synes der ikke at være nogen mulighed for at udvikle teorier og metoder på dette område, som peger ud over emotivismen og dens vanskeligheder. Den hang til værdinihilisme og fragmentering af moral- og værdiopfattelse, som har præget efterkrigstiden, er forståelig.

## Den moderne virkelighedsopfattelse

Humphreys' videnskabsmænd, som kunne sende mennesket til månen, og som derfor også ville kunne frelse menneskene på jorden, har betydelig mere avancerede metoder til deres rådighed end Galilei, Descartes, Newton og Hobbes. Men grundlæggende set er der store ligheder mellem det 17. århundredes revolutionære videnskabsmænd og Humphreys' moderne teknisk-naturvidenskabeligt uddannede elite. Deres verdensanskuelse og grundlæggende metafysik er Hobbes'sk. Verden er et stort system af materielle objekter styret af fysikkens love. Mennesket er en del af dette system og underlagt de selv samme naturlove. Mennesket har ikke noget indbygget telos. Hverken Gud eller nogen anden har

---

22) Alle citater af MacIntyre er fra: Alastair MacIntyre: *After Virtue. A Study in Moral Theory*. Duckworth. London, 1981.



indplantet værdier eller hensigter i naturen. Som Jacques Monod så malende udtrykker det, er livet, mennesket og dets følelser, håb, lidelser og forventninger opstået ved en tilfældighed i et univers, hvor det aldrig vil komme til at føle sig hjemme. Mennesket er som en sigøjner, der befinder sig i udkanten af det univers, det skal leve i. *"Det er et univers, der ikke hører menneskets musik og upåvirkeligt af dets håb, dets lidelser og dets forbrydelser".*<sup>23)</sup>

Den virkelighedsopfattelse, som det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem beskæftiger sig med, er fremmed overfor den virkelighed, som vi oplever i dagligdagen, og som rummer alle vore praktiske problemer med deres etiske, økonomiske og eksistentielle sider. Den moderne naturvidenskab har givet os en dybtgående indsigt i de mekanismer, som ligger til grund for og styrer naturfænomenerne. Som følge af denne succesrige afdækning af naturens virkningsmekanismer har den været - og er fortsat - en betydningsfuld kritisk faktor i vor kulturs udvikling. Dens teorier har en høj grad af objektivitet og gyldighed, og det har været muligt ved brug af dens resultater at få afsløret og elimineret fejlagtige, animistiske natur- og samfundsopfattelser, som ofte var opretholdt af ideologiske grunde. Vor moderne videnskabs strenge krav om rationelle og empiriske begrundelser er en vis garanti mod falske, ideologiske anskuelser.

Denne kritiske funktion ved naturvidenskaberne var i øvrigt allerede klart indset af H.C. Ørsted, som i 1829 skriver: *"...; men endnu mere gælder det om vor tales egentlige genstand, den eksperimentale naturvidenskabs indflydelse på åndsudviklingen. Vist nok er det, som heri allerede er udrettet, ikke at anse for ubetydeligt. Hvor meget har den ikke bidraget til at forjage overtroen! Lad det end undertiden være sket, at en alt for vidt dreven iver kalde meget overtro, hvis grund man på et vist kundskabstrin ikke fattede, så ophører dog hin sjælesygdoms udryddelse ikke at være en udmærket velgerning; thi aldrig kan det komme i samklang med det gode, at tilskrive en mægtig ufornuft, hvad der bringes efter den evige fornuftorden, mørkets magter, hvad der kommer fra lysets fader."*<sup>24)</sup>

Selv om Humphrey i en vis udstrækning har ret i, at den teknisk-naturvidenskabelige udvikling har ført til politisk og økonomisk velstand og herredømme, og selv om det er korrekt, at denne udvikling har bidraget væsentligt til at afsløre og eliminere uacceptable natur- og samfundsopfattelser, så har det moderne videnssystem også sine afgørende begrænsninger.

Problemerne med det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem er meget rammende beskrevet af Koyre. Den moderne videnskab nedbrød den barriere, der adskilte himmel og jord og skabte på denne måde et univers, som var kemisk rensat for værdier og kvaliteter. Men, fortsætter Koyre, dette skete ved at sætte en ny verden i den gamles sted. - *"en kvantitetens verden, en verden af tingsliggjort geometri, en verden, hvor der ikke er plads til mennesket, skønt der er plads for alt, en verden der trådte i stedet for en kvalitativ verden, der opfattes af*

---

23) Jacques Monod: Tilfældigheden og nødvendigheden. Et essay om den moderne biologis naturfilosofi. Fremads Fokusbøger. Kbh. 1971.

24) H.C. Ørsteds tale ved åbningen af Den Polytekniske Læreanstalt 1829. Citeret fra J.T. Lundbye: Den Polytekniske Læreanstalt 1829-1929. Kbh. 1929.

*sanseerne, den verden som vi lever, elsker og dør i".*<sup>25)</sup> To verdener betyder to sandheder, eller slet ingen sandhed. Hvis vi derfor udelukkende som Humphrey og mange moderne mennesker med ham holder os til den gyldighedsopfattelse, som det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem dikterer, så kan vi tilsyneladende intet væsentligt sige om den kvalitative verden. Som det udtrykkes af Dostojevski, har den verdslige videnskab analyseret alt det himmelske og efter en hård og ond analyse er intet af det fordums hellige blevet tilbage. De forsøg, som er blevet gjort på at skabe et nyt kvalitativt billede af mennesket, "har bare ført til vanskabninger". Dostojevski's vanskabninger finder vi i dag i form af teknologiens kontrafinale udvikling.

Den neo-hobbesianske opfattelse, som Humphreys' og mange moderne menneskers tro på det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems muligheder, må siges at være kuldsejlet som instrument til løsning af vore praktiske problemer. Det betyder, at den virkelighedsopfattelse, som videnssystemet giver anledning til, og som i dag er dominerende, virker repressivt. Der er tale om at begrunde en tro på teknikens og naturvidenskabernes muligheder som instrument til løsning af samfundets praktiske problemer ved henvisning til deres succes'er inden for en anden begrænset gruppe af problemstillinger. Det videnskabelige gennembruds succes m.h.t. forklaringen af det fysiske univers og de specielle, succesfulde resultater inden for moderne videnskabsbaseret højteknologi bliver brugt som gidsler til at bortforklare det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems afmagt, når det drejer sig om løsningen af de store praktiske problemer i det moderne samfund. Naturvidenskaberne, som gav os en pålidelig og objektiv naturforståelse, virker falsk legitimerende, når deres metoder, teorier og succes søges overført til praktiske samfundsproblemer.

## Den teoretiske fysiks paradigmer

Kernen i den virkelighedsopfattelse, som det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem giver anledning til, udgøres af den teoretiske fysik. Det er den, som formulerer de mest generelle og universelle naturlove, som ligger til grund for alle processer i naturen - både levende og døde. Einstein formulerer fysikkens basale metafysiske rolle således: *"Hvilken plads indtager den teoretiske fysikers verdensbillede blandt alle de mulige verdensbilleder? Dette verdensbillede stiller de største krav m.h.t. strenghed og nøjagtighed i fremstillingen af den sammenhæng mellem fænomenerne, som kun anvendes af det matematiske sprog, han leverer. Men til gengæld må fysikeren materielt begrænse sig så meget mere og nøjes med at beskrive de simpleste fænomener, som man kan gøre tilgængelige for vor erfaring, medens alle mere komplekse fænomener ikke kan reproducere af menneskeånden med den subtile præcision og den følgerigtighed, som den teoretiske fysiker kræver. Den ekstreme tydelighed, klarhed og sikkerhed opnås kun på bekostning af fuldstændighed. Men hvilken tillokkelse kan det have med nøjagtighed at begribe en så lille del af naturen,*

---

25) Ilya Prigogine og Isabelle Stengers: Den nye pagt mellem mennesket og universet. Kbh. 1985.

*og frygtsoomt og modløst at tilsidesætte alt det, som er mere nuanceret og mere komplekst? Fortjener resultatet af en så resigneret anstrengelse den stolte betegnelse "verdensbillede"? ... Jeg tror, at denne stolte betegnelse er vel fortjent; thi de almene love, der danner basis for den teoretiske fysiks tankebygning, gør krav på at være gyldige for alle naturprocesser. Ved hjælp af disse love skulle man ad den rent tankemæssige deduktions vej kunne finde afbildninger, d.v.s. teorier for enhver naturproces, inklusive livsprocesserne, hvis denne deduktionsproces ikke langt overskred den menneskelige tænknings formåen. Det er altså ikke i princippet, at man giver afkald på et fysisk helhedsbillede af verden. (Einstein 1934).<sup>26)</sup>*

I Einsteins formulering ligger der implicit en yderligere vanskelighed forbundet med det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystems metafysiske funktion. Som det fremgår af citatet, kan fysikeren kun nå frem til generelle universelle lovmæssigheder under meget vidtgående idealiseringer og abstraktioner. De grundlæggende lovmæssigheder lader sig kun formulere i et subtilt matematisk sprog, og der er ingen direkte vej fra disse abstrakte fysiske teorier, dels til andre videnskabers mere konkrete problemstillinger, f.eks. molekylærbiologien, og dels vores dagligdags opfattelse af virkeligheden. Det betyder, at selv om man ikke i princippet må give afkald på et fysisk helhedsbillede, så må man i praksis gøre det. Det betyder, at fysikkens rolle som fundament for vor naturopfattelse begynder at smuldre.

Idag ser man da også flere forskellige kritikker af den sædvanlige fysikbaserede naturopfattelse. En fremtrædende kritik i denne retning er f.eks. Prigogines og Stengers bog om den nye pagt mellem menneske og univers. Her fremhæves det bl.a., at den måde som fysikere sædvanligvis afgrænser systemer på har virket indsnævrende på vor opfattelse af virkeligheden. Man er løbet ind i en række vanskeligheder og paradokser, f.eks. vedrørende vor opfattelse af tid, irreversibilitet og frihed, som følge af, at man har afgrænset objekter i naturen som isolerede stabile systemer i stil med mekaniske maskiner og planetsystemer. På denne måde har man overset de ustabile, åbne systemer, som især præger vor dagligdag. Det er de åbne ustabile systemers fysik, som p.t. ikke findes tilfredsstillende udviklet, som muliggør en dybere naturvidenskabelig forståelse af tid, irreversibilitet og frihed.

Som nævnt tidligere vil et videnssystem åbne for visse typer problemstillinger og lukke for andre. Det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem har åbnet op for en gruppe frugtbare problemstillinger vedrørende stabile systemer i naturen. Det har ført til betydningsfulde videnskabelige resultater, som har uddybet vor naturforståelse. Men samtidig har det været blindt overfor mange nærliggende problemstillinger især vedrørende åbne, ustabile systemer, hvilket har ført til naturfilosofiske og metafysiske paradokser, f.eks. i forbindelse med vor opfattelse af forholdet mellem kausalitet og frihed og mulighederne for at forene naturvidenskab og studiet af kvalitative fænomener, uden at reducere de sidste til de første. Flere naturvidenskabsmænd og teknikere har selv været klar over disse problemer.

---

26) Citeret fra Ilya Prigogine - ibid.

Man må derfor forvente interessante nyorienteringer inden for det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem i de kommende år.

## KAPITEL 7.

### En studerendes dagbog.

#### 1. kursusgang.

Ud af 40 tilmeldte er 25 studerende fremmødt. Læreren indleder med at præsentere sig. Han fortæller derefter om de undervisningstilbud, der er i kurset. Der vil blive tilbudt et antal hjemmeopgaver, hvoraf nogle er tidligere eksamensopgaver. I visse tilfælde vil nogle af opgaverne blive gennemgået i en forelæsning, men da pensum er stort, må andre af opgaverne regnes uden for kursustiden. Dette vil blive aftalt senere.

Eksamen er en 4 timers skriftlig prøve. Eksamensdag 13/12.

Læreren finder den amerikanske lærebog svag m.h.t. teorier om de matematiske modeller, men til gengæld mener han, at den har en god gennemgang af relevante metoder. Også de metoder, man bruger i industrien. Læreren har selv udarbejdet nogle noter, der lægger større vægt på de matematiske modeller. Disse noter vil blive solgt ved forelæsningerne.

Som introduktion til faget siger han:

*"Man kan anlægge en filosofisk betragtning: Hvorfor måler man? Man måler for at få viden og erkendelse, som er grundlag for videnskab, også ingeniørvidenskab. Eller man måler for at styre. Jeg vil nok lægge mere vægt på det praktiske, end I er vant til. Jeg har selv i flere år arbejdet i industrien og har derigennem nogle erfaringer. I dette kursus vil der især blive lagt vægt på de konventionelle metoder inden for fagområdet. "De veltjente arbejdsheste" vil blive hevet frem."*

Hvad mener han med "veltjente arbejdsheste"?

Efter introduktionen lægger læreren op til, at de studerende skal komme med spørgsmål eller kommentarer. Alle forholder sig tavse og passive.

Efter 40 minutter holdes pause på 10 minutter. En studerende henvender sig til læreren. En del rejser sig for at hente kaffe.

#### 2. kursusgang.

Et par minutter over tiden kommer læreren, hilser og starter. Han taler uanfægtet af, at nogle studerende kommer dryssende og skramler med stolene, inden de får sig sat ned.

Læreren forklarer, at vi selv skal læse kapitel 1 og 2. Der er ikke tid til at gennemgå det. Han omtaler ganske kort nogle "centrale ting". Herefter begynder han på kapitel 3, idet han henviser eventuelt glemsomme personer til lærebogen på instituttets indledende fag. Gennemgangen drejer sig om første og anden ordens systemer. Læreren skriver en generel skitse af processerne op på tavlen:

**objekt - registreret fysisk størrelse - transducer - datatransmission - signalbehandling - observatør.**

Jeg kender ingen af de andre studerende. Et par af dem kigger vedholdende ud af vinduet, andre sidder og læser. Jeg støder ind i et af de andre svævende blikke, ser så igen på læreren.

En gruppe på 5 studerende sidder og snakker sammen i pausen. Gruppen er urolig. En af de studerende i gruppen spejder konstant ud over klassen; også når han selv taler. Snakken går om en anden lærer og svævefly. Og pludselig springer de over til at snakke om regnvejret.

Læreren starter igen, på trods af, at der er megen uro i klassen. Hvorfor mon han ikke reagerer? Det må da være irriterende, at der er sådan en uro. Men hvad skulle han egentlig gøre?

Han forklarer og forklarer. Umiddelbart før forelæsningen slutter, spørger en studerende på første række, om læreren ikke har glemt en parentes. Hele holdet åbner øjnene. En studerende har sagt noget. Det må være vigtigt dette her. Læreren svarer: *"Jo, det har jeg vist"*.

#### 4. kursusgang.

Læreren udleverer hjemmeopgaver til frivillig løsning. Minutiøst nedskriver jeg alle oplysninger om opgaverne, selv om det langt fra er sikkert, at jeg får tid til at regne dem.

Læreren opfordrer os til at notere ned. Det er en vigtig del af pensum. Det er svært at indkredse, hvad han egentlig lægger særlig vægt på i sin gennemgang. Vi kan jo umuligt notere alt ned.

Læreren siger så pludselig: *"Jeg vil lige tage et eksempel her. Det ligner en eksamensopgave, I senere vil få stillet som hjemmeopgave."*

Stort set alle studerende noterer lærerens gennemgang af eksemplet ned. En studerende spørger: *"Mangler du ikke  $F_1$ ?"* Læreren svarer: *"Undskyld"*. Den studerende: *"Og så skal der være et andet fortegn."* Læreren: *"Ja, er du så tilfreds ... Andre måske utilfredse?"* Nogle studerende stirrer indædt på tavlen. Måske søger de at finde flere fejl.

I pausen samler en gruppe studerende sig rundt om et bord. En af dem sidder oppe på bordet og kigger ud over klassen. Han sidder og streger på forsiden af sit noteshæfte, mens de andre ivrigt og indædt diskuterer deres forskellige løsninger til en opgave. Han giver sig til at efterabe en af de andre studerende i gruppen: *"Det er da klart. Det har læreren udtrykkelig sagt. Læreren sagde det selv."* De andre i gruppen tager ikke notits af ham.

Efter pausen spørger læreren, hvor meget vi kender til sandsynlighedsregning. Ingen svarer. Læreren siger så: *"Jeg har ret i, at det ligger lidt langt væk?"* Ingen svarer. Læreren fortsætter: *"Jeg må heller spørge, hvor mange har ikke haft sandsynlighedsregning?"* Der går lidt tid, så markerer en studerende, flere kommer til. Der er egentlig ingen grund til forlegenhed, for sandsynlighedsregning er ikke noget forudsætningsfag for kurset. Alligevel opleves det, som om nogle studerende nu har et forspring frem for andre.

Da læreren går i gang med sin gennemgang, går det op for mig, at han med sandsynlighedsregning mener viden om spredning og usikkerheder på måleresultater. De begreber er jeg aldrig stødt på i kurset i sandsynlighedsregning. Det

eneste, jeg ved om usikkerhed på måleresultater, har jeg lært i fysikundervisningen i gymnasiet.

### 5. kursusgang.

Læreren indleder med at omtale en eksamensopgave, hvor mange af de studerende til eksamen havde brugt uforholdsmæssig megen tid på at udregne det effektive areal for en kraftpåvirkning. Læreren siger:

*"Man skal passe på med ikke at bruge så megen tid på sådan en detalje - specielt ikke til eksamen. Jeg har aldrig prøvet at udregne det effektive areal sådan et sted. I praksis vil man bruge en krafttransducer til at måle kraften i det givne punkt med. Her kan man se, at det godt kan være vanskeligt at være instrumentmager eller ingeniør. Man ville nok hente eksperter til. I praksis vil man sikkert bestemme det effektive areal eksperimentelt."*

Han fortsætter med at sige, at en hyppig fejl eller mangel ved eksamensbesvarelser er, at de studerende sjusker med symbolanvendelse. Der findes ikke nogen vedtægt for symboler, men man skal i hvert fald være konsistent i sin brug af symboler. Det er bedst at følge, hvad der er praksis.

På overhead vises nogle diagrammer over forskellige forstærkere, transformere m.v. Læreren forklarer, hvad de forskellige symboler står for. Altså hvilke komponenter, der er tale om. Der er en enkelt studerende, der flere gange kommenterer eller retter læreren. Jeg er i tvivl, om det er vigtigt at forstå alle disse detaljer. Studentens årvågenhed skyldes måske bare en personlig interesse i netop de ting.

Ved forelæsningsens slutning siger læreren, at vi ikke skal koncentrere os alt for meget om de enkelte komponenter. Vi skal ikke kunne opbygge en forstærker eller andet. Han har kun gennemgået det, for at vi skal forstå principperne for f.eks. forstærkerens virkemåde.

I de opgaver, jeg har set indtil nu, har man blot betragtet forstærkere som integratorer. D.v.s. at det matematiske Laplaceudtryk for dem er  $1/s$ .

### 7. kursusgang.

Forelæsningsen indledes med, at en studerende spørger læreren om, hvordan man skal finde en eller anden størrelse i en hjemmeopgave. Læreren siger, at man bare skal skønne - altså gætte. Den studerende er ret utilfreds med, at man skal gætte, når der i opgaven står beregne. *"Når der står beregne, så skal man beregne"*, siger studenten. Læreren svarer: *"Det må da fremgå, at man ikke kan beregne den størrelse. Det er vigtigt at kunne gætte og gætte rigtigt, for det kommer man tit til i praksis."* Den studerende: *"Det er svært at se, hvordan man skal gætte."* Hertil svarer læreren, at man så skal gætte på det nemmeste og så se, om det passer.

Han fortsætter: *"Det er vigtigt, at man ikke bare har matematisk fornemmelse. Man skal også have fysisk fornemmelse."*

Hm, det skal man vel.

Et eksempel gennemgås. Nogle finder papir og blyant frem. Det kunne jo være, at man kunne bruge det til opgaveregning, synes de at tænke. Ellers noteres ikke meget.

De sidste kursusgange har der været mellem 15 og 20 studerende. Det er stort set de samme, der kommer hver gang, plus nogle der dukker op en gang imellem for at se, hvor langt læreren er kommet.

Det er tydeligt, at nogle studerende stort set aldrig noterer eller spørger om noget. Det er nogle få studerende, der stiller spørgsmål og svarer på lærerens spørgsmål. Flertallet noterer eksempler og formler, som læreren antyder er vigtige for eksamen eller løsning af hjemmeopgaver. Forholder sig ellers passive. Lærerens henvisning til uddybende litteratur, der kan lånes på biblioteket, noteres ikke af nogen.

I anden halvdel af forelæsningen gennemgår læreren et større eksempel. En studerende spørger læreren, hvordan han finder fortegnene i ligningen. Jeg tror, at den pågældende studerende er ret dygtig. Han er i hvert fald altid ret dygtig under forelæsningerne. Han fungerer også ret uafhængigt af lærerens anvisninger på, hvad der er vigtigt at notere.

Lærerens svar på spørgsmålet vækker megen uro i klassen. "*Jeg finder fortegnene pr. erfaring*", siger læreren. Men vi har jo som studerende ingen erfaring!! Vi er afhængige af konventioner. Læreren fornemmer uroen og begynder at give nogle bud på, hvorledes man kunne betragte det. Så er forelæsningen slut. Alle pakker sammen og går.

## 8. kursusgang.

Læreren indleder med at sige:

*"Sidste gang svarede jeg vist lidt arrogant på et spørgsmål om fortegn. Men jeg vil vende tilbage til det i forbindelse med kredsløbsteknikkens fortegnskonventioner."*

Det forekommer mig at være noget uoverskueligt.

Første del af forelæsningen går med at introducere en række begreber og tilhørende symboler. Læreren:

*"Nogen gange er modstande ikke lineære, men til de forhold, vi skal bruge det, regner vi med, at modstande er lineære. Tilsvarende betragtes kapacitet og selvinduktans."*

Hm.

Læreren foreslår, at vi tegner nogle figurer til brug i bogen. Disse figurer er grafiske fremstillinger af formlerne. Dernæst kommer et længere foredrag, der ligger uden for notematerialet. Læreren siger:

*"Nutildags rummer måleinstrumenterne elektriske systemer. Tidligere var der tale om mekaniske systemer. Meget af det, der sendes på markedet i dag er mekanisk set noget bras. Grunden til, at man elektrificerer måleinstrumenter - ja, det kan selvfølgelig være, at det er billigere. Det er nok ikke den eneste grund. Nej, det er, at man så nemt kan omsætte til elektrisk signal."*

*Annoncerne i fagtidsskrifterne er pågående. Markedsføringen af elektronik er endnu hårdere. Man får mindreværds komplekser - også som fagmand. Det er måske også det, man vil opnå. Man opbygger et forbrug. Hvis man ikke kender fagudtryk, så er man ikke med på vognen."*

*Det var så lidt filosofisk."*



Læreren er under denne fremstilling meget følelsesladet og engageret. Hans bevægelser er friere og mere åbne. Han går fra en tavle ved vinduet og til katederet. Slår ud med armene og kigger mere ned på os end sædvanligt. Stemmeføringen er ivrigere end ellers. Når han siger, at det er filosofisk, er det ligesom for at adskille det fra det egentlige stof.

Da han startede på dette indlæg, vågnede hele forsamlingen med et sæt. Det var noget uventet. Jeg tror, at mange af de studerende er lidt forvirrede. Hvad skal vi bruge dette til? Læreren er mindre følelsesladet, men engagementet fortsætter, da han går videre i gennemgangen.

4 eller 5 studerende går i pausen.

Læreren siger efter pausen:

*"Der er grund til at sige det. Vi skal ikke føle os overvældede ... Vi skal anlægge systembetragtninger. Detaljeringsgrad må afhænge af opgaven, hvilken byggeklods søges."*

Det lyder fornuftigt, men hvordan mon man finder det i praksis?

Dernæst gennemgås som eksempel på tekniske datablade, datablade som et førende tysk firma bruger. Eksemplet er naturligvis ikke eksamenspensum, siger læreren.

Jeg synes, det er svært at overskue, hvorledes disse tekniske datablade forholder sig til de krav, man i teorien stiller til begreberne og dermed forudsætningerne for formlerne m.v. Læreren gør os opmærksomme på, at andre producenter bruger en anden måde at bygge datablade op på. Læreren: *"Man må også sætte sig ind i virksomhedernes metoder."* Hmm, det må man vel.

Læreren fortæller, at der vil blive grupperegning næste gang. Han pointerer, at opgaverne vil blive af en sådan karakter, at vi skulle kunne løse dem med baggrund i det tidligere grundkursus. Vi behøver altså ikke at have læst ét ord af pensum endnu for at kunne deltage. Det er utroligt beroligende, at han siger dette. Jeg har ikke afleveret opgaver endnu, og jeg er bagefter med at læse.

Mandag aften forsøger jeg at forberede mig lidt på opgaveregningen. Jeg er ret nervøs, især fordi jeg intet kender til de andre studerende, og det er jo længe siden, at jeg har regnet opgaver sidst. Yderligere duer min lommeregner ikke mere, og meget, meget mere er galt. Tirsdag morgen spekulerer jeg en del over, hvor mange der egentlig vil komme. Det er mit indtryk, at læreren netop har forsøgt at berolige os, fordi de studerende, der er usikre, bliver væk fra opgaveregningen.

## 9. kursusgang.

I dag skal der så være grupperegning. Der er mødt 14 frem.

Forud for forelæsningen har jeg tænkt over, hvor i klasselokalet jeg vil sætte mig, så jeg er sikker på at komme sammen med nogle fredelige studerende. Jeg skal for alt i verden undgå de 5 fyre, som altid larmer. Jeg sætter mig ved siden af en fyr, som ikke på nogen måde har gjort sig bemærket ved forelæsningerne. Han har i en pause snakket med en anden studerende om PF-kino. Han virker tilbageholdende og ikke alt for selvsikker. Jeg ved ikke rigtigt, om jeg vil i gruppe med en meget indesluttet studerende, der kigger bort, hver gang man kigger på

ham. Jeg har tidligere puttet ham i den bås af studerende, der ikke klarer sig ret godt. Jeg vil i det mindste nok kunne klare mig bedre end han, men på den anden side vil jeg nødtigt puttes i bås med ham. Jeg har tænkt over, at det måske vil blive svært i det hele taget at komme i nogen bestemt gruppe, da de andre studerende nok kender mere til hinanden.

Ved vinduet står 3 hjælpelærere. Jeg kender den ene af dem. Læreren præsenterer hjælpelærerne, inden vi deles i grupper.

Læreren har i klasselokalet skrevet et navn på en virksomhed. Navnet er engelsk, hvilket læreren begrundet med, at virksomheder, der producerer måleinstrumenter, ofte eksporterer meget. Læreren siger, at vi skal forestille os, at vi sidder som ingeniører i en virksomhed. Virksomheden har tabt 40% af markedsandelene, hvilket man tilskriver en ny virksomhed, som har sendt et bedre produkt på markedet. Vi skal nu forbedre virksomhedens produkt (et målesystem), således at virksomheden bliver konkurrencedygtig igen.

Læreren lægger vægt på, at vi skal diskutere problemerne i grupperne. I en virksomhed vil man jo typisk heller ikke sidde med en sådan opgave alene. Man vil arbejde sammen om den, ifølge læreren.

Læreren begynder herefter at dele folk op i grupper. Det passer mig fint, at læreren tager initiativet, for så skal jeg ikke selv finde ud af det. Men nogle studerende protesterer lidt. Det er de 5 larmehoveder, som gerne vil være sammen. Så må vi selv finde ud af det. Jeg spørger fyren ved siden af, om han har præferencer forud. Det har han ikke, så vi kan godt være sammen. Vi (jeg) forsøger at få fat på nogle af dem foran. De reagerer ikke rigtigt. Til sidst går jeg bare ind til gruppen ved siden af. Jeg sætter mig midt mellem to andre studerende, fordi jeg ikke vil sidde i udkanten, hvis jeg i forvejen har svært ved at følge med. Den indesluttende studerende er også kommet herind. Han sidder i udkanten af gruppen. En stol mellem ham og hans "nabo". Jeg er lidt usikker på den fyr, der sidder ved siden af mig. Han kan godt ligne én, der vil føre sig lidt frem. De andre ser meget tilforladelige ud.

Vi får opgaven udleveret. Umiddelbart ser den helt uoverskuelig ud. Vi læser opgaven igennem, og hver for sig begynder vi at skrive nogle få ting ned på papiret. Jeg tror, at vi alle er famlende overfor opgaven, men ingen siger noget. Hjælpelæreren opfordrer os flere gange til at diskutere problemet. Jeg begynder at sige noget om, hvad vi nok skal, og om hvorfra bidragene til vores ligning kommer. Nogle kigger kort op. Men det går trægt med at komme igang. Så begynder vi at skrive den relevante ligning ned. Der er noget, jeg ikke forstår i det, hjælpelæreren siger. Jeg siger det højt til ham, at jeg ikke forstår det. Han forklarer. Så får vi skrevet ligningen ned. Ham den indesluttende har fået den rigtig. Hjælpelæreren beder ham fortælle hvordan. Han svarer mumlende, at han jo bare skrev den op. Jeg bliver lidt usikker på, om han er så fagligt dårlig, som jeg først har troet. Jeg bliver irriteret på ham og spørger, om han vil forklare det. Ganske vist har vi i mit hjørne også fået ligningen stillet op. Hjælpelæreren tager over. Senere opfordrer hjælpelæreren ham til at rykke nærmere, hvilket han så gør. Men han deltager ikke i snakken.

Det går lettere med at diskutere næste spørgsmål, selv om alle alligevel sidder og nusser på deres eget papir. Hjælpelæreren beder mig forklare, hvad jeg har

lavet for de andre, fordi det er systematikken i det, der er vigtig. I næste spørgsmål kokser jeg rundt i noget Laplace-transformation, hvorfor jeg spørger, om man ikke kan finde formlerne i Almen Styreteknikbogen. Fyren ved siden af mig, som jeg var lidt usikker på, viser mig hvor. Han virker ikke så slem igen.

Læreren kommer rundt og viser os, hvorledes et sådant målesystem kan være udformet i praksis. Vi diskuterer slet ikke, om vores simple justering af målesystemet kan forbedre virksomhedens markedsposition. Men det er vel også ligegyldigt.

Til sidst kommer læreren og spørger om, hvad vi syntes, der havde været sværest. Jeg svarer nok lidt for hurtigt på begge de spørgsmål, han stiller. De andre tøver med at svare.

En af de studerende i gruppen spørger, om man kan få opgaven til næste gang, så man kan forberede sig. Læreren svarer, at opgaven ikke er trykt endnu, og at han helst ikke vil have, at man forbereder sig som sådan. Vi skal helst starte på nogenlunde samme niveau.

## 11. kursusgang.

Da forelæsningen starter, er vi 13. 4 studerende kommer til hen gennem forelæsningen.

Jeg tror, at denne forelæsning er en af dem, jeg har fået allermindst ud af. Det er overordentligt vanskeligt at se, hvad vi skal bruge stoffet til. Ikke blot i forhold til et ingeniørhverv (i de baner tænker jeg sjældent under forelæsningsne), men i lige så høj grad i forhold til at løse opgaver. Koblingen til tidligere gennemgået stof er lidt udefineret. Det virker nærmest, som om selve det at opstille modeller er et mål i sig selv.

Denne gruppering af variable fører helt tilbage til fagområdets rødder, betror læreren os. Nå!?

Man skelner mellem de to typer variable på den måde, man måler dem. Dels på, hvordan målingen kobles ind i systemet, og dels på, om den variables størrelse kan måles absolut eller relativt. Det forekom mig utrolig vanskeligt at se, hvorledes vi vil blive eksamineret i dette pensum. Hvad skulle vi egentlig også bruge disse begreber til?

Dernæst går vi over til at se på forskellige systemer. De matematiske modeller for disse systemer opskrives med henblik på at vise, at der er fællestræk ved disse matematiske beskrivelser. Kan forskellige systemer beskrives ved ligninger af samme karakter, siges de at være analoge. Også selv om ligninger konkret for det enkelte system ikke beskriver sammenhænge mellem samme størrelser som for et andet system.

Analogibetragtninger går på tværs af, om det er elektriske systemer, mekaniske systemer, fluider. Hvad er pointen i at lave disse analogier?

Det næste skridt er, at man manipulerer med de symboler, vi traditionelt arbejder med. Symbolerne bevares, men man anvender dem i nogle tilfælde på en ny måde, der fordrer endnu mere abstraktion. Til dette formål opdeles de variable i grupper.

*"Vi kan komme langt med disse modeller. Det drejer sig blot om træning i at bruge dem",* siger læreren til slut. Han har egentlig en opgave med til os, men den kan vi ikke nå nu. Heldigvis, tænker jeg.

### 13. kursusgang.

Der er ret få til forelæsningen i dag. Cirka 15. Det kan skyldes, at det er en morgenforelæsning, der starter kl. 8.00. Der kommer en studerende mere lidt senere. Han sidder altid oppe foran og er meget opmærksom under forelæsningerne. Hvis nogen stiller spørgsmål eller svarer på lærerens spørgsmål, så er det næsten altid ham. Jeg tror, at han læser på elektrotekningen, så hans forudsætninger for at forstå det elektriske ved målesystemerne er selvfølgelig også bedre end vi andres, der kun færdes på maskinretningen. Han virker ret dygtig.

Læreren tegner diagram af den opgave, der blev stillet os sidst, op på tavlen. UPS, jeg havde helt glemt at regne på den. Læreren spørger, om nogen har fået den regnet, og om nogen vil fortælle, hvad de er nået frem til. Det er mit indtryk, at ingen har regnet den færdig, men der er alligevel meget forskellige reaktioner blandt de studerende. F.eks. den dygtige studerende, jeg omtalte ovenfor, som sikkert ville kunne regne den uden for mange sværds slag, kigger bare op. Han virker ikke forlegen. Han er måske på vej til at sige, hvordan den skal regnes, men standses nok lidt af, at vi andre studerende ville tage lidt afstand fra ham, hvis han blot stillede sig op og regnede den. Det handler om "Højt at flyve, dybt at falde".

Nogle af Tumulterne lader nærmest, som om de ikke har hørt det. Men det er tydeligt, at de forsøger at "undgå" situationen. En del har sikkert en blandet følelse af usikkerhed overfor lærerens næste skridt (skal man til tavlen?), og af, at læreren ikke sådan bare kan forvente, at vi skal høres i stoffet.

Jeg har selv sådan lidt trodsfølelse. "Dette her er ikke gymnasiet. Vi kan selv beslutte, hvornår vi vil læse". På den anden side er det en meget god måde at lære stoffet på.

Læreren gennemgår så opgaven. De fleste skriver ned. Den dygtige E'er skriver ikke. De fleste har nok at gøre med at notere ned. Læreren argumenterer på et tidspunkt ud fra Theuenins sætning. Jeg kan ikke se argumenterne (ikke huske sætningen), men der er dårligt nok tid til at tænke så langt som til at spørge.

Læreren går derefter i gang med pensum. Dette pensum er eksamensrelevant. Men vi skal selv læse en del af det. Lærerens gennemgang er lidt en blanding af noternes gennemgang og bogens. D.v.s. han gennemgår ikke udregninger, som gjort i noterne, men skriver nogle få af resultaterne op. Desuden har han gennemgået en del af disse udregninger på et tidligere tidspunkt, hvor vi endnu ikke var nået så langt i teorien. Bogen forekommer mig at være forholdsvis overflødig i forhold til opgaveregningen. Her bruges nemlig alt for megen plads på at foretage principielt set de samme udregninger, blot på forskellige eksempler.

Lærerens uddrag af bogens gennemgang omfatter alene en omtale af forskellige måder at anvende Wheatstones bro på. Læreren nævner kort, at der kan være tale om at kompensere for temperaturpåvirkninger. Bogen har gjort lidt ud af dette ved at lave en gennemregning af, hvordan man kan fastsætte usikkerheden

på måleresultater, således at der tages højde for dette. Dette her virker lidt anvendelsesorienteret, men også komplet uoverskueligt. Jeg har svært ved i min egen fantasi at se de forskellige anvendelser af Wheatstones bro i sammenhæng med kredsløb. Og jeg kender intet til, hvordan man forbedrer apparater, således at de bliver mindre temperaturafhængige. Jeg trøster mig ved, at jeg sikkert på diagrammerne i opgaverne vil kunne se, hvad der er tale om.

Senere gennemgår læreren noget sandsynlighedsregning/statistik med henblik på fejlteorien. Eksempelvis: Hvis en størrelse måles 10 gange, hvordan kan man så anskue det, vi vil kalde den sande værdi? Det slår mig, at læreren har et andet forhold til teorien bag sandsynlighedsregningen/statistikken end til den teori, der snævert er bygget op om det at styre/måle. Læreren vurderer, at sandsynlighedsregningen/statistikken kun bruges til at sige noget om, hvor gode vores målinger er. Konklusionen på baggrund af dette vil altid være bestemt af en række andre forhold: Hvad målingen skal bruges til, de omstændigheder, der måles under m.v. Det gælder derfor om, på så simpel en måde som muligt, at benytte sandsynlighedsregningens/statistikens metoder uden at sætte sig ind i den bagvedliggende teori. Læreren gennemgår en test-metode, som er en nem måde at foretage et check på sine målte værdier på. Man kan se hvor "skarp" målingen er.

Studerterne er utroligt tavse i dag.

## 15. kursusgang.

Til stede 12-13.

I dag skal vi igen have grupperegning. Jeg bemærker, at ham den indesluttende studerende ikke er til stede. Måske flygter han fra grupperegningen.

Læreren indleder med at spørge, om vi vil være i 2 eller 3 grupper. Der mangler nemlig en hjælpelærer, og vi er jo ikke ret mange. Men generelt foretrækker folk at komme i de samme grupper som sidst. Jeg ånder lettet op. Jeg vil også nødtigt i være i en anden gruppe. Vi er 5 fremmødte i min gruppe mod 7 sidst.

Jeg er usikker, fordi jeg ikke har nået at forberede mig. Første spørgsmål kommer jeg dog hurtigt igennem. Vi snakker ikke meget sammen til start. Alle begynder blot at notere noget. Jeg er usikker på, om jeg skal vente med at gå videre med næste spørgsmål, til alle er færdige med det første. De kigger ikke op og henvender sig ikke til mig. Jeg går derfor videre med næste spørgsmål, som jeg ikke har så let ved. Lidt senere kommer vi imidlertid til at snakke lidt sammen om første spørgsmål. Derefter går det meget godt med at snakke sammen om det, vi ikke kan finde ud af.

### Selve opgaven:

Der var lavet en funktionsskitse af en potentiometerskriver med tilbagekobling. Jeg overvejer kort, hvad en potentiometerskriver er. Ud fra tegningen kan jeg se, at der er tale om et apparat, der løbende måler værdier for en spænding og optegner disse værdier på et diagram. Det er ikke nødvendigt at finde ud af, hvad en potentiometerskriver er for at kunne løse opgaven.

I opgaveteksten er nogle sammenhænge for de forskellige dele i apparatet beskrevet. Disse sammenhænge er gengivet på tegningen, hvilket gør teksten meget nem at læse.

I teksten indføres en række tekniske betegnelser for enkelte dele af apparaturet. Betegnelserne giver en fornemmelse af de enkelte komponenters funktion i apparatet, men man behøver ikke at forstå disse for at løse opgaven.

Endelig er der til sidst i teksten gjort nogle bemærkninger om, hvilke forhold der ikke skal regnes med i opgaven, samt hvordan man kan betragte visse andre forhold.

Det første spørgsmål går ud på at lave en matematisk beskrivelse af systemet og bevise, at dette stemmer med et i opgaven givet diagram. Man kan løse opgaven ud fra diagrammet, dog med den modifikation at man så ikke kan gøre rede for udregningerne. Detaljer i udregningerne kan imidlertid nemt springes over ved hjælp af diagrammet.

Den "rigtige" procedure er, at man opstiller de matematiske udtryk for sammenhænge mellem de enkelte dele i potentiometeret. Disse sammenhænge er faktisk angivet i teksten og på tegningerne. Så definerer man input og output. Dette kan også ses på diagrammet, ellers kan man analysere sig frem til det ved hjælp af de tekniske betegnelser, der er opgivet. Det vil i reglen ikke være svært.

Ved at benytte sig af det matematiske redskab - Laplacetransformationen - så er man faktisk færdig med første spørgsmål. Dog skal man reducere udtrykket - så vidt muligt. Jo enklere - jo bedre.

Første del af spørgsmål to kan løses i umiddelbar forlængelse af ét.

I anden del spørges efter den statiske følsomhed. Det ved jeg faktisk ikke hvad er, men da der er tale om **statisk** følsomhed, og da vi netop har udregnet det matematiske udtryk for sammenhængen mellem input og output, så konkluderer jeg: At det jo nok handler om den del af denne funktion, som er statisk. Parameteren sættes da lig nul, og jeg finder den statiske følsomhed. Jeg forsøger at snakke med ham, den dygtige E-er ved siden af mig om, hvad den statiske følsomhed egentlig er udtryk for. Det er vel nærmest en art statisk fejl, fortalte han.

Dernæst skal systemets båndbredde findes. Det ved jeg heller ikke, hvad er, men jeg har en fornemmelse af, at det nok hænger sammen med det interval, indenfor hvilket systemet er stabilt og fungerende. Denne del af opgaven løser jeg ved at slå op i bogen under båndbredde. Det viser sig, at der er tale om systemets egenfrekvens. Hmm. Denne finder man ved at organisere sit matematiske udtryk for systemet, således at man direkte - efter at have draget parallel til bogens gennemgang - kan aflæse, hvad båndbredden er.

Spørgsmål tre løses faktisk også ved, at man karakteriserer systemet ud fra det matematiske udtryk. Efter denne karakteristik kan man så behandle udtrykkene matematisk og finde svarene.

I spørgsmål tre bedes der dog om en kort kommentar til resultaterne. En sådan kommentar kan jeg have svært ved at give, fordi jeg faktisk ikke ved, hvad de enkelte ting udtrykker. Til gengæld er det typisk spørgsmål, man kan bluffe sig igennem.

I spørgsmål fire modificeres systemet ved at der sættes en kompensator ind. Det er tydeligt, at tanken med denne del af opgaven er at vise, hvilken justering, man kan opnå. Opgaven løses ved, at man modificerer sine matematiske udtryk efter det nye system. Man kan gå en besværligere vej (den flittige elev vil ofte lande i denne) ved at gennemregne systematisk. Men det er der ingen grund til.

Til sidst i opgaven skal man sammenligne resultaterne fra før kompensatoren blev indsat til efter. Dette kan godt stille krav om lidt fornemmelse for tekniske systemer.

Jeg bliver irriteret over, at hjælpelæreren sådan set siger, at læreren synes, at det er ok, at vi ræsonnerer os frem til dele af løsningerne ud fra tegningerne. Han siger jo egentlig, at det er ok, at vi ikke forstår teorierne bag.

## 20. kursusgang.

Der er lidt flere til stede i dag end de foregående gange. Måske skyldes det, at vi lige har tilmeldt os eksamen.

Læreren indleder med at fortælle os, at vi skal lave en lille laboratorieøvelse næste gang. Vi skal arbejde i grupper, og der vil være hjælpelærere til stede. Jeg og andre studerende bliver urolige. Opmærksomheden fæstner sig om læreren, og hvert eneste af hans ord bliver vendt for at se, om det skulle rumme en information om, hvad øvelsen vil gå ud på. Jeg tænker, at nu skal jeg se at få læst. Hvis han dog bare ville sige noget præcist om, hvad det skulle gå ud på. Siden han nævner det her, må det jo have noget at gøre med det, han gennemgår i dag. Nogle få studerende ser helt afslappede ud under denne meddelelse. Deriblandt den dygtige E-er, som jeg har arbejdet i gruppe med. Hans afslappethed er nok begrundet. Han har sikkert prøvet noget lignende flere gange før. De 5 urolige studerende har også mere eller mindre pokerface på, men usikkerheden ses alligevel. De skriver også datoen ned.

Jeg bliver i tvivl om, hvorvidt de andre studerende, fordi de sikkert har fulgt meget mere undervisning end jeg har, er langt mere erfarne med disse øvelser end jeg. Det er en håndregel blandt studerende, at man ikke skal tage disse øvelser for tungt. Blot man følger øvelsesvejledningen, så går det. Der er jo også kurser, hvor øvelser i princippet skulle korrespondere med teorigennemgangen, men hvor dette ikke kan lade sig gøre i praksis, fordi de fysiske rammer ikke er til det. De studerende klarer sig alligevel. Ja, man klarer sig, men forstår det ikke.

Alt dette når jeg at tænke, inden det næste chok bliver serveret. Læreren forkynnder, at han har taget en opgave med til os, som vi skal løse i slutningen af forelæsningen. Det er for meget, tænker jeg. Nu ved man end ikke, hvornår der er forelæsning, og hvornår der er opgaveregning. Jeg har lyst til at gå i pausen, men tænker, at det er for hurtigt at give op. Jeg kan vel lige så godt som de andre (?). Desuden vil jeg have svært ved at legitimere dette overfor mig selv.

En anden student går i pausen. Det er en af de, der kommer regelmæssigt, men som ellers ikke markerer sig særligt (hvis nogen gør det).

Der er kun 20 minutter tilbage af forelæsningen, da opgaven stilles. På den tid kan vi heldigvis ikke nå så meget, tænker jeg. Vi må selv om vi vil arbejde i

grupper eller enkeltvis. Ingen svarer eller rør sig. D.v.s. vi bliver siddende, hvor vi sidder. Nogle samarbejder med sidemanden, men mange arbejder alene.

Nogle af tumultfyrene i 5 mandsgruppen begynder at tale om at reducere udtrykket. De diskuterer det lidt hektisk internt og lavmælt. Jeg ved, at det jo nok ikke er det, man skal gøre, eftersom læreren netop har gennemgået en lettere metode. Jeg har ingen intentioner om at henvende mig til gruppen for at forklare, hvordan jeg gør. De ville nok heller ikke høre. Det samme synes resten af de tilstedeværende at tænke. Desuden er der nogle ting, jeg ikke selv kan finde ud af. Så drejer det sig om at bladre i noterne. Måske er det egentlig gymnasiestof, men det nytter ikke at basere sig på at kunne huske formler. Man skal kunne finde dem i noterne. Bare jeg kunne overskue noternes mange formler og sammenhænge.

Læreren kan ikke finde ud af, om han skal henvende sig direkte til enkelte af os. Han hører, at gruppen af urolige studenter taler om at omdanne systemet, og derfor griber han i sidste øjeblik til en gennemgang på tavlen. Her siger han, at han hørte, at der var nogen, der talte om at omdanne systemet. Vi må selv om, hvordan vi gør, men det letteste er nok den metode, som han netop gennemgik. Han skriver de relevante ligninger op på tavlen. Jeg har mine rigtige, bortset fra at jeg netop ikke rigtigt kunne overskue, hvorledes man beskriver nogle enkelte udtryk. Jeg tænker, at jeg må have mere styr på den slags elementære ting. Forelæsningen er slut nu. Vi begynder at pakke sammen. Læreren siger, at vi gerne må blive siddende og regne videre. Nogle studerende tøver lidt. Det er næsten ligesom en eksamen. Man skal ikke gå, før man har udnyttet alle sine chancer, men på den anden side, hvorfor blive her. Alle pakker sammen og går. Læreren siger til allersidst, at vi kan regne den færdig derhjemme eller mødes i grupper og regne den. Så kan vi høre resultaterne næste gang. Jeg skriver ned, at opgaven skal regnes til næste gang.

## 21. kursusgang.

Det er den sidste øvelse, vi skal lave. Vi er ikke så mange til stede. Det resulterer i, at vi kun er tre i min gruppe under øvelsen. Hjælpelæreren spørger, om læreren har glemt at sige, at der er øvelse i dag. Læreren har sagt det.

Inden vi går ud i grupperne, fortæller læreren kort lidt om øvelsen. Han fortæller, hvad det er for noget apparatur, vi skal bruge, og at vi nok ikke kan nå hele øvelsen, men at vi kan lave en arbejdsdeling, således at nogen regner, mens andre finder ud af, hvordan apparaturet virker. Vi kan så bytte senere. Jeg hader at tænke på den indviklede beslutningsproces, vi skal igennem i grupperne for at finde ud af, hvem der laver hvad. Beslutningerne bliver indviklede, fordi ingen siger, hvad de helst vil. Egentlig træffes beslutningerne aldrig fælles. Folk går lidt efter lidt i gang med det, de synes er lettest.

Sammen med to andre studerende, der også tidligere har været i samme gruppe som jeg, går jeg ind i lokalet ved siden af. Jeg bemærker, at den dygtige E-er ikke går med os. Han har ellers også været i denne gruppe.

De urolige bliver i klasselokalet. Mens læreren snakkede om øvelsen, havde de siddet og leget med apparaturet. De sætter sig somme tider uden for klassens



fælles offentlighed og danner deres eget forum. En af dem er vist ikke helt med på legen. Han deltog ikke.

Da vi i min gruppe kommer ind i lokalet, hvor vi skal lave øvelsen, spørger hjælpelæreren, om vi har prøvet det før. Det viser sig, at én ud af os tre faktisk har lavet præcis den samme øvelse i et andet fag. Hjælpelæreren skynder sig at sige, at det havde læreren nok ikke ventet - altså at man havde haft det andet fag før. Og han fortsætter med at sige, at så får den studerende nok ikke noget ud af øvelsen. Det gentager han mange gange.

Selv om det bliver gentaget af hjælpelæreren, at vi skal lave en arbejdsdeling, får vi ikke diskuteret dette igennem i fællesskab. Fyren, der har lavet øvelsen før, gider åbenbart ikke at regne. Han går bare i gang med at stille apparaturet op. Nå, tænker jeg, men så kan jeg da regne. Da jeg går i gang med at regne på den første del af øvelsen, begynder den sidste af gruppen på anden del.

Den karakteristiske funktion skal udregnes. Læreren har jo udledt et eller andet simpelt udtryk for noget sådant. Jeg slår dette udtryk op. Det gælder for en ideel forstærker. Det viser sig, at hjælpelæreren synes, at vi skal bruge den tommelfingerregel, læreren en gang viste os. Resultatet er det samme, men jeg synes nu, det ville have været rigtigere at bruge det generelle udtryk. Never mind. Den anden fyr, der også regner, har til min trøst også nogle vanskeligheder. Ud fra øvelsesvejledningen er det ikke muligt at se, hvilke spørgsmål der kun skal løses ved hjælp af øvelsesopstillingen og selve forsøget, og hvilke vi skal regne os frem til. Vi indgår et meget rimeligt kompromis med hjælpelæreren, hvor vi ikke skal regne ret meget. Vi slipper bl.a. for at optegne en karakteristik. Da læreren lidt senere kommer, spørger han om, hvordan karakteristikken ser ud. Nå, så må vi jo skitsere den. Vi er meget handicappede, fordi ingen af os har grundbogen med.

Den anden fyr husker bedre end jeg, så det lykkes med assistance fra hjælpelæreren.

Fyren, der har lavet øvelsen før, har, inden vi andre to overhovedet har fået regnet de relevante ting ud, gennemført den første del af forsøget. Lærer og hjælpelærer hepper på os andre, for at vi skal prøve at lave forsøgsopstilling. Fyren, der har prøvet før, går, for alt dette her kan han jo. Han er i øvrigt en af dem, der ser meget tilforladelig ud, han spiller heller ikke geni, fordi han har prøvet det før. Jeg tror, at han er en flittig studerende, der klarer sig.

Jeg har intet fået ud af lærerens omtale af apparaturet. Men det er nemt at gennemføre anden del af øvelsen, for vi kan jo bare kopiere fra det, der er lavet til første del. Komponenterne skal bare placeres lidt anderledes på monteringspladen, og visse af komponenterne skal erstattes af nogle andre med andre værdier.

Jeg bliver jo ikke meget klogere af det, men prøvelsen er da til at overse. Input og output afbildes på en oscillografisk skærm. Der bliver snakket om, at et firkant-input skal blive til et trekant-output ved første del af øvelsen. Hvad vil det blive ved anden del?

Differentierer man et firkant-input, så bliver det en ret linje. Tja, det passer.

Vi har dog lidt problemer undervejs. Det er lige ved at bringe hjælpelæreren ud af flippen. Men det drejer sig bare om, at vi ikke har brugt monteringspladen rigtigt.

Læreren har opfordret os til at lave en lille rapport over forsøget. Ikke fordi han skal have den - det skal han ikke - men fordi det vil være nyttigt for os selv, mener han. Vi får ikke lavet rapport. Jeg har heller ikke intention om at lave en. Vi skal alligevel kun regne til eksamen.

## **25. kursusgang.**

Der er endnu tre gange tilbage.

Vi er ikke ret mange - ca. 10, da forelæsningen starter. 4 slutter sig til lidt senere. Er der nu ved at ske den sidste selektion inden eksamen? Er nogle af de studerende, der måske ikke har været der hver gang, men er kommet regelmæssigt, ved at falde fra? Det er mærkeligt, at det til tider er vanskeligere at få sig selv til at gå til forelæsninger sidst i semestret, for det er i de sidste forelæsninger, at guld Kornene til eksamen falder. Man tænker hele tiden på eksamen og de mange sider, men er bagud, indtil man til sidst overvældes af træthed.

Læreren bruger en del tid på et par eksempler på anvendelser. Sådan betegner han dem selv. Her tager vi udgangspunkt i principskitser over et system. Omsætter disse skitser til ækvivalente diagrammer, definerer input og output og regner den karakteristiske funktion ud. Det ene er en transformer og det andet er en transducer. Han når ikke at blive færdig med det sidste eksempel.

Det er meget godt, at han viser os disse lidt mere konkrete eksempler, fordi jeg genvinder et billede af, hvad vi nok skal kunne til eksamen. Egentlig stiller eksamen nok ret store krav til vores viden om naturvidenskabelige principper. Vi skal kunne forstå principskitserne, kunne omsætte disse til ækvivalente diagrammer og dernæst regne på det.

I anden del af forelæsningen fortæller læreren os, at vi den 1. december skal regne en opgave i grupper. Vi får opgaven udleveret, hvilket irriterer mig en del. Alle de andre skvatdragoner vil sikker gå hjem og regne den inden 1. dec. Det må jeg jo nok også hellere gøre. Desuden ville tiden d. 1. dec. blive brugt til at vise os en lille demonstration. Han siger ikke noget om, hvad demonstrationen skal omhandle.

For første gang taler læreren om eksamen. Vi får en pensumliste udleveret, som han kommenterer ved at sige, hvilke ting der er vigtige. Det bliver nu ikke helt klart, hvad der er hvad. Han siger desuden, at der i undervisningen er satset på at give en metode til at analysere styringssystemer. Ikke alle systemer er blevet gennemgået, for det vil være helt umuligt. Jeg kan mærke adrenalinet piske, da han taler om pensumliste. Faktisk er der kun godt 2 uger til eksamen.

Mine konflikter omkring eventuel afmelding fra eksamen vokser støt gennem ugen. Jeg har utroligt meget at lave, så der er dårligt tid til at tænke sagen igennem. Lidt apatisk lader jeg muligheden for afmelding glide mig af hænde.

## **26. og sidste kursusgang.**

Der møder kun 12 studerende til forelæsningen.

Jeg tænker lidt over, hvorfor vi er så få til stede. Sidder de andre derhjemme og læser? Er det mig, der spilder tiden?

Læreren forsætter, hvor han slap sidst. Han er åbenbart kommet bagefter i stoffet. Det bliver meget en oversigtsforelæsning. Det gør det ikke lettere, at han starter på et nyt kapitel i dag. Der er faktisk kun den samme forelæsning til at gøre det færdigt i. Jeg tænker, at det jo nok betyder, at vi ikke får eksamensopgaver i den sidste del af pensum.

Læreren forsøger åbenbart at lære os en betragtningsmåde for fluide systemer, men det fremstår som en ret overfladisk gennemgang, fordi vi aldrig når at blive helt bekendt med problemstillingen, før han er gået videre med det næste eksempel.

Jeg forsøger at forholde nogle af de spørgsmål til de eksempler, læreren gennemgår. F.eks. "hvordan forbedrer man et system". Jeg kan slet ikke nå at tænke det igennem. I øvrigt ser det ud til, at vi blot skal regne på givne systemer og derefter ud fra udregningerne konkludere om forbedringer af systemet.

Det gør mig meget nervøs, at læreren denne gang henviser meget til den trykte amerikanske lærebog og ikke til notehæftet. Jeg havde håbet, jeg kunne undgå at sætte mig ind i bogen. Det ville være helt håbløst at satse på at få læst i den nu.

Bogen er i øvrigt meget dårligt skrevet. Der er ikke nogen klar adskillelse mellem, hvornår eksemplerne blot bruges som illustration, og hvornår de egentlig bruges til teoriudledning.

Jeg vil givetvis komme til at mangle rutinen i at betragte de forskellige systemer. Det er et problem, at man i faget beskæftiger sig med mange forskellige systemer: fluide, mekaniske, elektriske, termiske. Selv om man regner på samme vis på de forskellige systemer, så skal man kunne analogien. Jeg vil på grund af den korte tid til eksamen komme til at mangle denne rutine.

På et tidspunkt er jeg irriteret over, at han ellers ikke har omtalt eksamen med ét ord. Har han tænkt sig blot at forelæse helt til det sidste uden overhovedet at forholde sig til eksamen? Men til sidst nævner han, at han for interesserede torsdag eftermiddag vil lave opgaveregning som træning til eksamen. Jeg kan desværre ikke deltage i dette, hvilket blot bekræfter mig i, at udsigten til, at jeg skulle nå gennem de forskellige typer opgaver inden eksamen, var ret dystert.

Desuden råder han os til at komme til den sidste forelæsning, hvor han gerne vil give os lidt fiduser.

### **Eksamensforberedelse.**

Lærerens eksamensfiduser har været ret almene.

Det råd, vi får, er at læse opgaven grundigt og passe på, at vi gør opgaven unødigt vanskelig for os selv.

Jeg har lavet en plan over, hvilke øvelsesopgaver, jeg skal regne inden eksamen. Det viser sig snart, at jeg er for lang tid om opgaverne. Planen må revideres. Jeg begynder at springe over nogle af øvelsesopgaverne. Den sidste dag inden eksamen regner jeg kun eksamensopgaver.

Opgaveregningen har givet mig et vist overblik over noterne, mens den amerikanske lærebog stadig forekommer mig temmelig uoverskuelig. Jeg føler mig ikke særligt velfunderet i teorien. Hvis læreren stiller eksamensopgaver, der afviger en del fra de opgaver, jeg har øvet mig på, så har jeg ikke gode odds.

### **Eksamen.**

Jeg er på DTH i god tid, før eksamen starter. Jeg møder en studerende, jeg kender fra andre kurser. Vi går ind i kaffestuen og snakker. Ingen af os føler os særligt "rustede til kamp", men sådan er det jo altid. Vi aftaler at mødes over en øl efter eksamen.

To af eksamenssættets tre opgaver ligner noget af det, jeg har regnet på før. Den sidste opgave kræver en del nærlæsning, før jeg får en idé om, hvad den går ud på. Jeg er noget i tidsnød under eksamen. Jeg bliver bekræftet i, at jeg mangler rutine, men slipper alligevel nogenlunde igennem.

Efter eksamen drikker vi et par øller og flipper en del over, hvor mange gange vi har været til eksamen og uden helt at forstå sammenhængen alligevel er sluppet igennem. Vi har begge svært ved at vurdere, hvordan det er gået til den pågældende eksamen. Når man ikke føler sig sikker på teorierne og ikke rigtigt ved, hvad der kræves til eksamen, kan karakteren ligge mellem 6 og 9, uden at man rigtigt undrer sig over det. En rigtigt lav karakter vil blot bekræfte, at man ikke har forstået sammenhængene godt nok. En høj karakter vil nærmest være uforklarlig.

## KAPITEL 8.

### Uddannelse - dannelse - ritual

Vi har hidtil forsøgt at indkredse karakteristiske træk ved videnssystemer og deres udvikling, først og fremmest træk ved det teknisk-naturvidenskabelige videnssystem. Vi har bl.a. beskæftiget os med dette videnssystems komponenter og funktioner og med den dominans, videnssystemet har opnået. Vi vil nu på denne baggrund behandle de videregående uddannelser, især de videregående erhvervsrettede uddannelser der har til formål, ved formidling af videnssystemets komponenter, at give studerende kompetence til løsning af tekniske og praktiske problemer. Vi vil indledningsvis kort beskæftige os med de typer af faktorer, der er bestemmende for uddannelsernes indhold og praksis.

I og med at uddannelserne formidler det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems komponenter, er udvikling i disse bestemmende for uddannelserne. Denne sammenhæng er meget umiddelbar i den forstand, at det er videnssystemets forståelsesramme og videnskabelige resultater, der udgør uddannelsernes indhold. Udviklingstendenser i videnssystemet får, i hvert fald på lidt længere sigt, direkte konsekvenser for uddannelsernes indhold, struktur og udformning. F.eks. har den voldsomme vækst inden for mange videnskabsgrene samt tendenser mod et højere abstraktionsniveau og en øget specialisering i de sidste årtier haft indflydelse på uddannelserne. Vi mener imidlertid tillige at kunne påvise, at den teknisk-naturvidenskabelige rationalitetsform på et generelt niveau er bestemmende for både udvælgelse og strukturering af indholdet og for uddannelsernes praksis.

I den periode, da videnssystemet etableredes i en strid med det tidligere videnssystems dominans, var der i uddannelserne en stærk vægt på formidling af videnssystemets metafysiske funktion. Uddannelserne etableredes inden for bestemte forskningsfelter og deres indhold og praksis udvikledes med henblik på en sådan formidling. Dette gælder stadig i høj grad de akademiske, universitære humanistiske og naturvidenskabelige uddannelser.

En anden type af faktorer er knyttet til videnssystemets instrumentelle funktion og er især bestemmende for de videregående erhvervsrettede uddannelser. Det drejer sig om udviklingen i de problemer, forskellige grupper i samfundet ønsker, kandidaterne skal kunne løse d.v.s. om kvalifikationer, der anses for at være umiddelbart anvendelige. De videregående erhvervsuddannelser retter sig mod afgrænsede praksisområder, og deres indhold omfatter typisk ret forskellige videnskabelige fagområder, som hver antages at kunne bidrage med elementer af en sådan instrumentel kvalificering. Denne type af uddannelser er for en stor dels vedkommende etableret i det 19. århundrede, og deres andel af de videregående uddannelser er vokset ret kraftigt i forbindelse med den voksende betydning, det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems instrumentelle funktioner har haft. I de senere år har denne type af faktorer også i stigende grad været bestemmende for de universitære humanistiske og naturvidenskabelige uddannelser.

Videnssystemer har som nævnt en legitimerende funktion. Uddannelserne udgør et vigtigt led i forbindelse med formidling af de opfattelser, mest af metafysisk

karakter, som legitimerer den herskende samfundsorden og de former, hvorunder den politiske magt udøves. Dette var f.eks. tydeligt i de konfucianske uddannelser, vi har beskrevet, men er også tilfældet i dag. Denne tredje type af faktorer, der er bestemmende for uddannelser, udgøres på den ene side af de udtalte eller udtalte krav, de politiske organer eller interesser stiller om legitimering, og på den anden side det spillerum for kritik, uddannelserne kan opretholde eller opnå. I disse år synes uddannelsernes autonomi og dermed spillerummet for kritik indsnævret. Mere vigtigt end undertrykkelse af den direkte kritik er imidlertid kravet om at definere værdimæssige spørgsmål som uvidenskabelige og derfor uden sammenhæng med det videnskabelige uddannelsesindhold.

## Dannelse

Det samlede tilstræbte resultat af en uddannelse (i form af viden, holdninger, værdier og rationalitet) vil vi, med et udtryk hentet fra pædagogikken, betegne dannelse. I overensstemmelse hermed vil vi ved en dannelsesopfattelse forstå en begrundet stillingtagen til kvaliteterne i et videnssystem - en opfattelse af, hvordan de studerendes personlighed, evner og karakter bør udvikles, samt en overordnet opfattelse af, hvorledes uddannelsen skal tilrettelægges, for at disse kvaliteter og denne udvikling tilgodeses.

En dannelsesopfattelse har således to sider; den indebærer en stillingtagen til videnssystemets dannelsesmæssige kvaliteter, som går udover blot opfattelsen af, hvilken bestemt viden og hvilke færdigheder de studerende, med henblik på senere virke, skal forsynes med. Men viden eksisterer ikke uafhængigt af mennesker. Viden er som tidligere omtalt et udtryk for menneskers bevidste opfattelse og udlægning af fænomener og processer i omverdenen. Dannelsesopfattelser indebærer tillige en opfattelse af, eller teori om, hvorledes den studerendes bevidsthed udvikles gennem undervisning - hvorledes viden struktureres i den studerendes bevidsthed.

Til grund for begge disse sider af en dannelsesopfattelse ligger mere eller mindre velovervejede og eksplicite forestillinger om menneskelig bevidsthed, og hvad der betinger menneskers engagement i tilegnelse af viden og indsigt. Desuden en forestilling om, hvad de mennesker, som uddannes, skal bruge forskellige elementer af viden til, eller hvad det er for måder at forholde sig til virkeligheden på, der tilstræbes.

Vi har beskrevet, at Platon, da han skulle stå for Dionysius den Andens uddannelse, som noget grundlæggende ville undervise i matematik. Udfra en opfattelse af den indsigt, studier af matematik gav og af, hvad der ville gavne den kommende statsmands åndelige udvikling, var det en forståelig disposition. Dionysius skulle lære matematik for at erkende det gode, det smukke og det fornuftige. Igennem matematikken og astronomien ville han kunne få et indblik i det evige, som netop er målestokken for moralske og æstetiske værdier. Det var igennem studiet af disse evige bevægelser, man fik mulighed for at kunne kende sig selv, sit samfund og menneskets bestemmelse her i verden. Der fandtes ingen

anden vej til det gode liv end den, som bestemtes ved logisk, matematisk tænkning.

Også i det klassiske Kina bygge uddannelsen på den antagelse, at der findes grundlæggende værdier og principper, som udgør fundamentet for styringen af det menneskelige samfund. Ligesom stjernerne bevæger sig over himlen efter et fastsat mønster, er menneskenes færden på jorden bundet af principper, der er evige og uforanderlige. I den menneskelige tilværelse såvel som i naturen er alt under stadig forandring. Det er uddannelsernes opgave at sætte mennesker i stand til at fastholde principperne og anvende dem korrekt under vekslende historiske forhold.

I begge disse tilfælde var der en grundlæggende sammenhæng mellem videnssystemernes instrumentelle og metafysiske funktioner og en vægt på værdimæssig, normativ viden. Deres instrumentelle funktion i form af bidrag til løsning af praktiske problemer, forudsatte den metafysiske funktion. Mennesker med viden handlede hensigtsmæssigt, fordi de fik indsigt i de principper, efter hvilke også samfundet var/burde være indrettet. Videnssystemet gav forståelse af deres bestemmelse og tilskyndelse til at påtage sig de opgaver, denne tilsagde dem. Videnssystemet gav mening og hensigt med at handle, og der var en værdi forbundet med at opnå og besidde den indsigt, videnssystemet kunne give.

Uddannelsernes indhold var ikke begrundet udfra, at det gav metoder, der kunne bruges instrumentelt til løsning af bestemte problemer. Værdien af viden var forbundet med den dybere indsigt, den gav. Og den blev kun opnået ved en høj grad af fortrolighed med videnssystemets struktur. Kendskab til blot enkelte løsrevne dele af videnssystemet gav ikke nogen mening.

I perioder inden for den konfucianske uddannelses historie blev kun de studerende, der havde klaret det egentlige studium, som noget sekundært undervist i instrumentelt anvendelige emner og færdigheder. For medens undervisning i disse var spildt, hvis de studerende ikke bestod, var det naturligvis ikke spildt at få indsigt i de evige principper og i historiens sum af erfaringer.

I det moderne teknisk-videnskabelige videnssystem er sammenhængen mellem den metafysiske og den instrumentelle funktion brudt. De uddannelser, vi ser på, har som erhvervsuddannelser deres begrundelse i at formidle videnssystemets instrumentelle funktion. Udfra en instrumentel betragtning kan det univers af materielle forhold, som dette er begrænset til, opfattes som et dødt mekanisk system, tømt for værdier og hensigter, som frit kan manipuleres. Hensigten med manipulationen må hentes uden for videnssystemet. Værdien af at tilegne sig og besidde viden ligger i at opnå et tilstrækkeligt kendskab til instrumentelt anvendelige metoder til en sådan manipulation. I nogle tilfælde kan en dybere forståelse af videnssystemets sammenhæng give mulighed for bedre - mere effektive - metoder - til manipulation, men en selvstændig værdi forbundet med den indsigt, videnssystemet kan give, er tvivlsom.

Der er en afgørende forskel mellem de to omtalte ældre videnssystemer og det moderne teknisk-naturvidenskabelige videnssystem m.h.t. den værdi, opnåelse af viden har og på, hvad opnåelse af viden indebærer. Denne forskel kan illustreres udfra en skelnen, der inden for den pædagogiske teori er foretaget mellem såkaldte formale og materiale dannelsesopfattelser.

Ifølge materiale dannelsesopfattelser ligger et uddannelsesindholds dannelsesværdi i selve indholdet, idet dette anses for vigtigt for den studerende at kunne. Ifølge formale dannelsesopfattelser ligger værdien derimod i den påvirkning af elevens evner, bevidsthed og personlighed, konfrontationen med et uddannelsesindhold kan give.

I Platons uddannelse af Dionysius og i den konfucianske uddannelse var der sammenhæng mellem formale og materiale dannelsesaspekter. Den viden, der undervistes i, havde værdi, men værdien var først og fremmest knyttet til den udvikling af personligheden, den gav.

I de teknisk-naturvidenskabelige erhvervsrettede uddannelser er begrundelsen for uddannelsesindholdet overvejende materiel, knyttet til forestillingen om senere anvendelse heraf. Der er tillige overvejelser over indlæring af en generel metode, men uddannelserne er i meget høj grad lagt an på at meddele flest mulige af de elementer af viden og metoder, der udgør de fagområder inden for videnssystemet, den pågældende uddannelse dækker.

Der er en slående modsætning mellem denne bestræbelse på at meddele mange facts - som uvægerligt fører til en ret overfladisk og ofte forbigående viden - og den grad af forståelse og indsigt, der har været en forudsætning for forskningsmæssige og praktiske succes'er i videnssystemets udvikling. Denne modsætning bliver yderligere påfaldende i betragtning af den ringe betydning, en overfladisk faktaviden i sig selv har, både for videnskabelige og praktiske fagudøvere.

## **Den teknisk-naturvidenskabelige rationalitets dominans**

Vi har i det foregående kapitel behandlet det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems bidrag til løsning af praktiske problemer. Vi har anført, at dominansen af dette videnssystems rationalitetsform betyder, at de elementer af praktiske problemer, som vedrører menneskelige og værdimæssige spørgsmål, negligeres.

Tilrettelæggelse og gennemførelse af uddannelser er i sig selv et eksempel på et praktisk problem. Videregående erhvervsuddannelser omfatter formidling af teknisk-naturvidenskabelig viden, men drejer sig også om udvikling af menneskers bevidsthed og om regulering af menneskelig stræben og af relationer mellem mennesker.

I det foregående kapitel har vi ved en dagbogslignende beskrivelse forsøgt at skildre, hvad vi mener er karakteristiske træk ved de teknisk-naturvidenskabelige uddannelsers praksis, set fra de studerendes side. Det er træk som en stor mængde stof i form af faktaviden og metoder uden megen, for de studerende, synlig sammenhæng. Det er et fravær af reel synlig forbindelse til praksis og af autentiske oplevelser heraf. Og det er en nærmest rituel forholden sig til undervisningsituationen præget af usikkerhed, med lærere og eksamen som de reelle autoriteter, men hvor samtidig lærerens glimtvis henvisning til en større sammenhæng forbliver mystisk, fordi denne sammenhæng ikke kendes.



Vi mener, at disse træk kan ses som resultater af den teknisk-naturvidenskabelige rationalitetsforms dominans. Der er ved uddannelsernes tilrettelæggelse og gennemførelse en meget ringe grad af interesse for overordnede dannelsesmæssige overvejelser. Der har i de videregående erhvervsuddannelsers historie været overvejelser, og i enkelte tilfælde større åbne debatter om, hvilken dannelse der skulle tilstræbes, og hvordan den skulle opnås. En sådan debat førtes som nævnt i Tyskland i forrige århundrede omkring matematikundervisningen. Af nyhumanister, som var tilhængere af en formal dannelsesopfattelse, blev matematikundervisning - modsat undervisning i naturfag - generelt fremhævet som et middel til almen oplysning og til at træne de studerendes åndskræfter. Denne opfattelse af matematikkens selvstændige betydning som dannelsesmiddel var længe rådende, og det førte bl.a. til en undervisning med vægt på matematikkens egen struktur, som af mange føltes abstrakt og verdensfjern. Overfor dette reagerede bl.a. ingeniørskoler, som opfattede matematikken som materielt dannende og dens rolle som instrumentel og som i konsekvens heraf ønskede et mere brugbart matematikpensum.

I dag synes spørgsmål om, hvilke dannelsesmæssige kvaliteter i videnssystemet der skal lægges vægt på, hvorledes der gives betingelser for studerendes engagement, og hvorledes studerendes bevidsthed udvikles, ikke at være genstand for megen overvejelse eller interesse.

Uddannelsernes indhold omfatter grundlæggende naturvidenskabelig viden og viden og metoder, der i forskellig grad er rettet mod løsning af tekniske og praktiske problemer. Den grundvidenskabelige viden formidles i fag for sig, oftest i starten af uddannelserne, udfra et ønske om at give et vist indtryk af disse fags struktur og metode og dermed et videnskabeligt grundlag. Men der er sjældent tid til at give et reelt indtryk af fagenes videnskabelige problemer. Udbyttet bliver oftest færdighed i løsning af bestemte opgavetyper. Og en forståelse af disse fags metafysiske funktioner eller deres mulige bidrag til en mindre direkte instrumentelt begrundet forståelse af naturen og menneskets udnyttelse af naturen er der hverken grund til, eller mulighed for at give. Samtidig begrundes fagenes tilstedeværelse og placering i starten af uddannelserne instrumentelt/materielt med henvisning til, at de udgør forudsætninger for den senere erhvervsudøvelse og for forståelse af de anvendelsesrettede fag. Denne begrundelse er kun delvis reel og den opleves ikke af de studerende, for hvilke sammenhængen i hvert fald på det trin i uddannelsen er uigennemskuelig.

Den anvendelsesrettede del af uddannelserne omfatter fag på forskellige niveauer af praksisnærhed. Det er imidlertid meget sjældent, at den status, de forskellige former for viden har, gøres klart for de studerende. Ud fra den instrumentelle bestemmelse skal ganske store fagområder, der reelt eller tilsyneladende har relation til tekniske eller praktiske problemer, behandles på en knapt afmålt tid. Demonstrationer af fagenes bidrag til løsning af reelle problemer er der meget sjældent tid til.

Vi har tidligere været inde på, at der er store vanskeligheder forbundet med at anvende generelle videnskabelige resultater til løsning af tekniske problemer, som de forekommer i praksis. En sammenhængende forståelse ville kræve forståelse såvel af den videnskabelige teori som af de forhold, der gælder i praksis,

og den ville kræve kendskab til de usikkerheder, vurderinger og afvejninger, der næsten altid kendetegner problemer i praksis. Yderligere indebærer løsning af praktiske problemer altid afvejninger af værdimæssig art, og en forståelse deraf måtte omfatte stillingtagen til sådanne afvejninger.

Det teknisk-naturvidenskabelige videnssystems succes har været betinget af en vægt på udvikling af en generel teori. Det ville være et rimeligt led i uddannelsen af give de studerende en forståelse af den betydning, præferencen for generel teori har for naturvidenskabernes udvikling. Men det er ikke i form af formidling af en sådan forståelse, denne præference slår igennem i uddannelserne, men i form af, at generel og abstrakt teori dominerer uddannelsernes indhold.

Ud fra en instrumentelt begrundet dannelsesopfattelse ville det i uddannelser, som sigter mod praktisk og teknisk kompetence, være nærliggende at lægge vægt på de vanskeligheder, der er forbundet med at transformere teoretisk viden til praktisk anvendelige metoder og til at reducere praktiske problemer til tekniske og videnskabelige problemer. Men det er altovervejende den videnskabelige, generelle viden, der lægges vægt på som definerende det videnskabeligt-faglige niveau. Når anvendelse af teori og metoder demonstreres i øvelser eller opgaver, er det oftest videnskabelige eller tilpassede tekniske problemer, der behandles (da man f.eks. i en uddannelsesinstitution fik et procesanlæg fra praksis for i øvelser at foretage målinger på det, ændrede man anlæggets kapacitet bort fra det reale - så målingerne bedre passede med teorien!) Medens videnssystemets instrumentelle funktion forudsætter, at videnskabelig teori tilpasses tekniske eller praktiske problemer, er det i uddannelserne problemerne, som tilpasses teorien. Dette er vel i et vist omfang nødvendigt for at lære teori, men det kvalificerer ikke til løsning af tekniske eller praktiske problemer.

Det er vanskeligt at se uddannelserne som resultat af bevidste overvejelser over de dannelsesmæssige kvaliteter ved disse elementer af viden. Sådanne kvaliteter synes at være antaget for givne alene derved, at videnselementerne indgår i videnssystemet som forskningsresultater eller praksisrettede metoder.

## **Uddannelserne bliver rituelle**

Den erkendelse af virkeligheden, som videnssystemet repræsenterer, bliver vanskelig for de studerende at opfatte på grund af uddannelsesindholdets manglende synlige sammenhæng og relevans. Deres engagement gælder i langt højere grad det at bestå eksaminer og opnå de goder, dette indebærer, end værdien af viden og indsigt.

Et afgørende element i videnssystemets rationalitet er en stærk vægt på, at udsagn må kunne begrundes ved empirisk afprøvning. Det naturvidenskabelige videnssystem har gennem sin udvikling haft en stærk respekt for virkeligheden som den endegyldige autoritet. Men i uddannelserne fremstår den virkelighed, de forskellige fag retter sig imod, ikke.

Når studerende i øvelser konfronteres med en form for virkelighed, er denne som regel tilrettelagt, så den bekræfter teorien. Konfrontationen er på skrømt. Reelt gælder det om at komme tæt på lærerens/systemets forventninger til den

studerendes arbejde. Laver denne fejl, ligger sanktionen ikke i et sammenstød med naturen - sammenstødet er med en autoritet, med læreren som forvalter af faget eller eksamen.

De studerende må selv forsøge at pejle sig ind på, hvilket idealiseret henholdsvis praktisk niveau, lærere i de forskellige fag lægger vægt på, og det er resultatet af denne pejling, som udgør den virkelighed, de konfronterer sig med.

I "dagbogsberetningen" løser den studerende en opgave uden at ane, hvilken form for apparat eller proces, opgaven drejer sig om. Men opgaven løses tilstrækkeligt godt, udfra en uddannelsesmæssig målestok, ved at udføre de manipulationer, sådanne opgaver plejer at kræve. Dette mønster for løsning af problemer er meget almindeligt i uddannelserne.

I et tilfælde fortæller lærerne, at nogle fortegn i praksis findes "pr. erfaring". Det er sikkert en korrekt forklaring, men den passer ikke ind i den teoretiske rituelle uddannelsesverden. De studerende fornemmer blasfemien, og læreren fornemmer det og gør næste gang fejlen god igen ved at love en teoretisk forklaring.

Begge disse tildragelser, men tillige mange andre, fortæller om en nærmest rituel adfærd hos lærere og studerende. Mangelen på en dannelsesopfattelse, som kunne være vejledende for, hvilke sammenhænge der kunne etableres og refereres til, betyder at lærernes og de studerendes adfærd begrundes udfra bestemte rolleforventninger.

I én forstand har uddannelser altid en vis rituel karakter og funktion. De skal indvie de studerende i en kultur. Når disse har været igennem uddannelsen og de prøver, den indebærer, får de del i videnssystemets magt og privilegier. Uddannelser skal således ikke blot sørge for, at kandidaterne får tilstrækkeligt kendskab til videnssystemet og til anvendelige metoder. De skal tillige søge at gøre de studerende til pålidelige repræsentanter for videnssystemet og dets institutioner, bl.a. ved at meddele værdier i form af en værdsættelse af videnssystemets begrundelse og rationalitet samt præference for de metafysiske antagelser og opfattelser, som betinger videnssystemets legitimerende funktion.



## Litteratur

Aerospace Technology, May 1968.

Agersnap, Torben og Skjøtt-Larsen, Tage: Civiløkonomer som medarbejdere og ledere: Sammenfatning og perspektiver. Handelshøjskolen i København, 1982.

Bacon, Francis: Novum Organum fra: The Works of Francis Bacon. Collected and edited by B.D. Heath. Longman, London 1857-1875.

Cao Xueqin: Drømmen i det røde værelse. Oversat til engelsk: The Story of the Stone, London 1973.

Christensen, Asger Spangsberg og Thomsen, Klaus: Matematik i Tyskland i det 19. årh. Århus, 1983.

Dostojevski, F.: Brødrene Karamazov I. Hirschsprungs Forlag. København 1953.

Farrington, Benjamin: Francis Bacon. The Philosopher and Industrial Science. London & N.Y. 1973.

Harvey, William: The Circulation of the Blood and Other Writings. Everymans Library. 1963.

Hobbes, Thomas: Leviathan. Ed. by C.B. MacPherson. Penguin Book, 1968.

Jakobsen, Arne og Jørgensen, Ulrik: Udviklingstendenser i ingeniørarbejdet. 1. sammenfatning og 2. Ingeniørarbejde og -uddannelser. Kbh. 1984.

Jones, W.T.: The History of Western Philosophy. Vol. II: The Medieval Mind. Sec. ed. N.Y. 1969.

Klafki, Wolfgang: Studien zu Bildungstheorie und Didaktik. Verby Julius Best. Weinheim-Berlin-Basel, 1972.

Kragh, H. og Pedersen, S.A.: Naturvidenskabsteori, København 1981.

Kuhn, T.S.: Videnskabens revolutioner. København 1973.

Lax, Peter D.: Mathematics and Its Applications. The Mathematical Intelligencer. Vol. 8 No. 4. 1986.

Lundbye, J.T.: Den Polytekniske Lærestalt 1829-1929. København 1929.

MacIntyre, Alastair: After Virtue. A Study in Moral Theory. Duckworth. London 1981.

Monod, Jacques: Tilfældigheden og nødvendigheden. Fremads Fokusbøger. København 1971.

Newman, J.R.: The World of Mathematics. Vol. 4. Simon & Shuster, New York 1956.

Platon: Thimaios fra: Platons Skrifter udgivet ved Carsten Høeg og Hans Rædder. Reitzels Forlag. Kbh. 1941.

Prigogine, Ilya og Stengers, Isabelle:  
Den nye pagt mellem mennesket og universet, København, 1985.

Taylor, William F.; Davis, Philip J. and Hersh, Reuben: The Mathematical Experience. The Harvester Press 1981.

Wu Ching-tzu: The Scholars, Peking 1957.

- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt.  
Projektrapport af: Anne Jensen, Lena Lindenskov, Marianne Kesselhahn og Nicolai Lomholt.  
Vejleder: Anders Madsen
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsermuligheder af natur og samfund.  
Projektrapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinø og Peter H. Lassen  
Vejleder: Bernhelm Boss.
- 3/78 "OPCAVESAMLING", breddekursus i fysik.  
Af: Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer og Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "TRE ESSAYS" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og videnskabsrindalismen.  
Af: Mogens Niss  
Nr. 4 er p.t. udgået.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE".  
Af: Helge Kragh.  
Nr. 5 er p.t. udgået.
- 6/78 "NOGLE ARTIKLER OG DEBATINDLÆG OM - læreruddannelse og undervisning i fysik, og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret".  
Af: Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "MATEMATIKKENS FORHOLD TIL SAMFUNDSØKONOMIEN".  
Af: B.V. Gnedenko.  
Nr. 7 er udgået.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.  
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING". - Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinariorum".  
Projektrapport af: Lasse Rasmussen.  
Vejleder: Anders Madsen.
- 
- 10/79 "THERMODYNAMIK I GYMNASIET".  
Projektrapport af: Jan Christensen og Jeanne Mortensen.  
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER".  
Af: Jørgen Larsen.
- 12/79 "LINEÆRE DIFFERENTIALLIGNINGER OG DIFFERENTIALLIGNINGSSYSTEMER".  
Af: Mogens Brun Heefelt.  
Nr. 12 er udgået.
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET".  
Projektrapport af: Gert Kreinø.  
Vejleder: Albert Chr. Paulsen.
- 14/79 "BOOKS ABOUT MATHEMATICS: History, Philosophy, Education, Models, System Theory, and Works of".  
Af: Else Høyrup.  
Nr. 14 er p.t. udgået.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor termodynamisk ligevægt".  
Specialeopgave af: Leif S. Striegler.  
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.
- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN".  
Projektrapport af: Michael Olsen og Jørn Jensen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen".  
Af: Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings af an International Workshop, Roskilde University Centre, Denmark, 1978. Preprint.  
Af: Bernhelm Booss og Mogens Niss (eds.)
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".  
Projektrapport af: Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".  
Projektrapport af: Michael Olsen og Jørn Jensen.  
Vejleder: Jørgen Larsen
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET-FORMÅL OG KONSEKVENSER".  
Projektrapport af: Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (I)".  
1-port lineært response og støj i fysikken.  
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS - with special emphasis on the role of reality".  
Af: Helge Kragh.
- 
- 24/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE".  
a+b 1. En analyse. 2. Interviewmateriale.  
Projektrapport af: Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER", Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER".  
En projektrapport og to artikler.  
Af: Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS".  
Af: Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskemes viscoelastiske egenskaber".  
Projektrapport af: Gert Kreinø.  
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiaalligningsmodeller".  
Projektrapport af: Tommy R. Andersen, Per H.H. Larsen og Peter H. Lassen.  
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".  
Af: Oluf Danielsen.  
Nr. 30 er udgået.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE".  
Projektrapport af: Troels Lange og Jørgen Karrebæk.  
Vejleder: Stig Andur Pedersen.  
Nr. 31 er p.t. udgået.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANSMÅLINGER - GER MOSSBAUEREFFEKTIVITÄT".  
Projektrapport af: Crilles Bacher og Preben Jensen.  
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.
- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK - NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER. I-II".  
Af: Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION".  
ENERGY SERIES NO. 1.  
Af: Bent Sørensen  
Nr. 34 er udgået.

- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".  
Af: Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN?".  
Fire artikler.  
Af: Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE".  
ENERGY SERIES NO. 2.  
Af: Bent Sørensen.
- 
- 38/81 "TIL EN HISTORIETEBORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND".  
Projektrapport af: Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.  
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.  
Nr. 38 er p.t. udgået.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN".  
Af: Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".  
Projektrapport af: Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.  
Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS".  
ENERGY SERIES NO. 3.  
Af: Bent Sørensen.
- 42/81 "VIDENSKAB TEORI SAMFUND - En introduktion til materialistiske videnskabsopfattelser".  
Af: Helge Kragh og Stig Andur Pedersen.
- 43/81 1. "COMPARATIVE RISK ASSESSMENT OF TOTAL ENERGY SYSTEMS".  
2. "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DECENTRALIZATION".  
ENERGY SERIES NO. 4.  
Af: Bent Sørensen.
- 44/81 "HISTORISKE UNDERSØGELSER AF DE EKSPERIMENTELLE FORUDSÆTNINGER FOR RUTHERFORDS ATOMMODEL".  
Projektrapport af: Niels Thor Nielsen.  
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 
- 45/82 Er aldrig udkommet.
- 46/82 "EKSEMPLARISK UNDERVISNING OG FYSISK ERKENDELSE-ILLUSTRERET VED TO EKSEMPLER".  
Projektrapport af: Torben O. Olsen, Lasse Rasmussen og Niels Dreyer Sørensen.  
Vejleder: Bent C. Jørgensen.
- 47/82 "BARSEBÄCK OG DET VÆRST OFFICIELT-TÆNKELIGE UHELD".  
ENERGY SERIES NO. 5.  
Af: Bent Sørensen.
- 48/82 "EN UNDERSØGELSE AF MATEMATIKUNDERVISNINGEN PÅ ADGANGSKURSUS TIL KØBENHAVNS TEKNIKUM".  
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Jørgen Karrebæk, Troels Lange, Preben Nørregaard, Lissi Pedersen, Lauert Rishøj, Lill Røn og Isac Showiki.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 49/82 "ANALYSE AF MULTISPEKTRALE SATELLITBILLEDER".  
Projektrapport af: Preben Nørregaard.  
Vejledere: Jørgen Larsen og Rasmus Ole Rasmussen.
- 50/82 "HERSLEV - MULIGHEDER FOR VEDVARENDE ENERGI I EN LANDSBY".  
ENERGY SERIES NO. 6.  
Rapport af: Bent Christensen, Bent Hove Jensen, Dennis B. Møller, Bjarne Laursen, Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.  
Vejleder: Bent Sørensen.
- 51/82 "HVAD KAN DER GØRES FOR AT AFHJÆLPE PIGERS BLOKERING OVERFOR MATEMATIK?".  
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Lissi Pedersen, Lill Røn og Susanne Stender.
- 52/82 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS".  
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.
- 53/82 "THE CONSTITUTION OF SUBJECTS IN ENGINEERING EDUCATION".  
Af: Arne Jacobsen og Stig Andur Pedersen.
- 54/82 "FUTURES RESEARCH" - A Philosophical Analysis of Its Subject-Matter and Methods.  
Af: Stig Andur Pedersen og Johannes Witt-Hansen.
- 55/82 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.  
En biografi.  
Af: Else Højrup.  
  
Vedr. tekst nr. 55/82 se også tekst nr. 62/83.
- 56/82 "EN - TO - MANGE" -  
En undersøgelse af matematisk økologi.  
Projektrapport af: Troels Lange.  
Vejleder: Anders Madsen.
- 
- 57/83 "ASPECT EKSPERIMENTET"-  
Skjulte variable i kvantemekanikken?  
Projektrapport af: Tom Juul Andersen.  
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.  
Nr. 57 er udgået.
- 58/83 "MATEMATISKE VANDRINGER" - Modelbetragtninger over spredning af dyr mellem småbiotoper i agerlandet.  
Projektrapport af: Per Hammershøj Jensen og Lene Vagn Rasmussen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 59/83 "THE METHODOLOGY OF ENERGY PLANNING".  
ENERGY SERIES NO. 7.  
Af: Bent Sørensen.
- 60/83 "MATEMATISK MODEKSPERTISE"- et eksempel.  
Projektrapport af: Erik O. Gade, Jørgen Karrebæk og Preben Nørregaard.  
Vejleder: Anders Madsen.
- 61/83 "FYSIKS IDEOLOGISKE FUNKTION, SOM ET EKSEMPEL PÅ EN NATURVIDENSKAB - HISTORISK SET".  
Projektrapport af: Annette Post Nielsen.  
Vejledere: Jens Højrup, Jens Højgaard Jensen og Jørgen Vogelius.
- 62/83 "MATEMATISKE MODELLER" - Litteratur på Roskilde Universitetsbibliotek.  
En biografi 2. rev. udgave.  
Af: Else Højrup.
- 63/83 "CREATING ENERGY FUTURES: A SHORT GUIDE TO ENERGY PLANNING".  
ENERGY SERIES NO. 8.  
Af: David Crossley og Bent Sørensen.
- 64/83 "VON MATEMATIK UND KRIEG".  
Af: Bernhelm Booss og Jens Højrup.
- 65/83 "ANVENDT MATEMATIK - TEORI ELLER PRAKSIS".  
Projektrapport af: Per Hedeqård Andersen, Kirsten Habekost, Carsten Holst-Jensen, Annelise von Moos, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.  
Vejledere: Bernhelm Booss og Klaus Grünbaum.
- 66/83 "MATEMATISKE MODELLER FOR PERIODISK SELEKTION I ESCHERICHIA COLI".  
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Ole Richard Jensen og Klavs Frisdahl.  
Vejledere: Jørgen Larsen og Anders Hede Madsen.
- 67/83 "ELEPSOIDE METODEN - EN NY METODE TIL LINEÆR PROGRAMMERING?".  
Projektrapport af: Lone Billmann og Lars Boye.  
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 68/83 "STOKASTISKE MODELLER I POPULATIONSGENETIK" - til kritikken af teoriladede modeller.  
Projektrapport af: Lise Odgård Gade, Susanne Hansen, Michael Hviid og Frank Mølgård Olsen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.



- 69/83 "ELEVFORUDSÆTNINGER I FYSIK"  
- en test i l.g. med kommentarer.  
Af: Albert C. Paulsen.
- 70/83 "INDLÆRINGS - OG FORMIDLINGSPROBLEMER I MATEMATIK PÅ VOKSENUNDERVISNINGSNIVEAU".  
Projektrapport af: Hanne Lisbet Andersen, Torben J. Andreasen, Svend Åge Houmann, Helle Glerup Jensen, Keld Fl. Nielsen, Lene Vagn Rasmussen.  
Vejledere: Klaus Grünbaum og Anders Hede Madsen.
- 71/83 "PIGER OG FYSIK"  
- et problem og en udfordring for skolen?  
Af: Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen, Jette Reich og Mette Vedelsby.
- 72/83 "VERDEN IFØLGE PEIRCE" - to metafysiske essays, om og af C.S. Peirce.  
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 73/83 "EN ENERGIANALYSE AF LANDBRUG"  
- økologisk contra traditionelt.  
ENERGY SERIES NO. 9  
Specialeopgave i fysik af: Bent Hove Jensen.  
Vejleder: Bent Sørensen.
- 74/84 "MINIATURISERING AF MIKROELEKTRONIK" - om videnskabeliggjort teknologi og nytten af at lære fysik.  
Projektrapport af: Bodil Harder og Linda Szkotak Jensen.  
Vejledere: Jens Højgaard Jensen og Bent C. Jørgensen.
- 75/84 "MATEMATIKUNDERVISNINGEN I FREMTIDENS GYMNASIUM"  
- Case: Lineær programmering.  
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank Mølgaard Olsen.  
Vejledere: Mogens Brun Heefelt og Jens Bjørneboe.
- 76/84 "KERNEKRAFT I DANMARK?" - Et høringssvar indkaldt af miljøministeriet, med kritik af miljøstyrelsens rapporter af 15. marts 1984.  
ENERGY SERIES No. 10  
Af: Niels Boye Olsen og Bent Sørensen.
- 77/84 "POLITISKE INDEKS - FUP ELLER FAKTA?"  
Opinionsundersøgelser belyst ved statistiske modeller.  
Projektrapport af: Svend Åge Houmann, Keld Nielsen og Susanne Stender.  
Vejledere: Jørgen Larsen og Jens Bjørneboe.
- 78/84 "JÆVNSTRØMSLEDNINGSEVNE OG GITTERSTRUKTUR I AMORFT GERMANIUM".  
Specialrapport af: Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen og Finn C. Physant.  
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 79/84 "MATEMATIK OG ALMENDANNELSE".  
Projektrapport af: Henrik Coster, Mikael Wennerberg Johansen, Povl Kattler, Birgitte Lydholm og Morten Overgaard Nielsen.  
Vejleder: Bernhelm Booss.
- 80/84 "KURSUSMATERIALE TIL MATEMATIK B".  
Af: Mogens Brun Heefelt.
- 81/84 "FREKVENSAFHÆNGIG LEDNINGSEVNE I AMORFT GERMANIUM".  
Specialrapport af: Jørgen Wind Petersen og Jan Christensen.  
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 82/84 "MATEMATIK - OG FYSIKUNDERVISNINGEN I DET AUTOMATISEREDE SAMFUND".  
Rapport fra et seminar afholdt i Hvidovre 25-27 april 1983.  
Red.: Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen og Mogens Niss.
- 83/84 "ON THE QUANTIFICATION OF SECURITY":  
PEACE RESEARCH SERIES NO. 1  
Af: Bent Sørensen  
nr. 83 er p.t. udgået
- 84/84 "NOGLE ARTIKLER OM MATEMATIK, FYSIK OG ALMENDANNELSE".  
Af: Jens Højgaard Jensen, Mogens Niss m. fl.
- 85/84 "CENTRIFUGALREGULATORER OG MATEMATIK".  
Specialrapport af: Per Hødegård Andersen, Carsten Holst-Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.  
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 86/84 "SECURITY IMPLICATIONS OF ALTERNATIVE DEFENSE OPTIONS FOR WESTERN EUROPE".  
PEACE RESEARCH SERIES NO. 2  
Af: Bent Sørensen.
- 87/84 "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY IN DISORDERED SOLIDS".  
Af: Jeppe C. Dyre.
- 88/84 "RISE, FALL AND RESURRECTION OF INFINITESIMALS".  
Af: Detlef Laugwitz.
- 89/84 "FJERNVARMEOPTIMERING".  
Af: Bjarne Lillethorup og Jacob Mørch Pedersen.
- 90/84 "ENERGI I L.G. - EN TEORI FOR TILREITELÆGGELSE".  
Af: Albert Chr. Paulsen.
- 91/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".  
1. Lærervejledning  
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.  
Vejleder: Torsten Meyer.
- 92/85 "KVANTETEORI FOR GYMNASIET".  
2. Materiale  
Projektrapport af: Biger Lundgren, Henning Sten Hansen og John Johansson.  
Vejleder: Torsten Meyer.
- 93/85 "THE SEMIOTICS OF QUANTUM - NON - LOCALITY".  
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 94/85 "TREENIGHEDEN BOURBAKI - generalen, matematikeren og ånden".  
Projektrapport af: Morten Blomhøj, Klavs Frisdahl og Frank M. Olsen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 95/85 "AN ALTERNATIVE DEFENSE PLAN FOR WESTERN EUROPE".  
PEACE RESEARCH SERIES NO. 3  
Af: Bent Sørensen.
- 96/85 "ASPEKTER VED KRAFTVARMEFORSYNING".  
Af: Bjarne Lillethorup.  
Vejleder: Bent Sørensen.
- 97/85 "ON THE PHYSICS OF A.C. HOPPING CONDUCTIVITY".  
Af: Jeppe C. Dyre.
- 98/85 "VALGMULIGHEDER I INFORMATIONSALETTEN".  
Af: Bent Sørensen.
- 99/85 "Der er langt fra Q til R".  
Projektrapport af: Niels Jørgensen og Mikael Klintorp.  
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 100/85 "TALSISTEMETS OPBYGNING".  
Af: Mogens Niss.
- 101/85 "EXTENDED MOMENTUM THEORY FOR WINDMILLS IN PERTURBATIVE FORM".  
Af: Ganesh Sengupta.
- 102/85 OPSTILLING OG ANALYSE AF MATEMATISKE MODELLER, BELYST VED MODELLER OVER KØRS FODEROPTAGELSE OG - OMSÆTNING".  
Projektrapport af: Lis Eilertzen, Kirsten Habekost, Lill Røn og Susanne Stender.  
Vejleder: Klaus Grünbaum.

- 103/85 "ØDSLE KOLDKRIGERE OG VIDENSKABENS LYSE IDEER".  
Projektrapport af: Niels Ole Dam og Kurt Jensen.  
Vejleder: Bent Sørensen.
- 104/85 "ANALOGREGNEMASKINEN OG LORENZLIGNINGER".  
Af: Jens Jäger.
- 105/85 "THE FREQUENCY DEPENDENCE OF THE SPECIFIC HEAT OF THE GLASS TRANSITION".  
Af: Tage Christensen.
- "A SIMPLE MODEL OF AC HOPPING CONDUCTIVITY".  
Af: Jeppe C. Dyre.  
Contributions to the Third International Conference on the Structure of Non - Crystalline Materials held in Grenoble July 1985.
- 106/85 "QUANTUM THEORY OF EXTENDED PARTICLES".  
Af: Bent Sørensen.
- 107/85 "EN MYG GØR INGEN EPIDEMI".  
- flodblindhed som eksempel på matematisk modellering af et epidemiologisk problem.  
Projektrapport af: Per Hedegård Andersen, Lars Boye, Carsten Holst Jensen, Else Marie Pedersen og Erling Møller Pedersen.  
Vejleder: Jesper Larsen.
- 108/85 "APPLICATIONS AND MODELLING IN THE MATHEMATICS CURRICULUM" - state and trends -  
Af: Mogens Niss.
- 109/85 "COX I STUDIETIDEN" - Cox's regressionsmodel anvendt på studenteroplysninger fra RUC.  
Projektrapport af: Mikael Wennerberg Johansen, Poul Katler og Torben J. Andreasen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 110/85 "PLANNING FOR SECURITY".  
Af: Bent Sørensen
- 111/85 "JORDEN RUNDT PÅ FLADE KORT".  
Projektrapport af: Birgit Andresen, Beatriz Quinones og Jimmy Staal.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 112/85 "VIDENSKABELIGGØRELSE AF DANSK TEKNOLOGISK INNOVATION FREM TIL 1950 - BELYST VED EKSEMPLER".  
Projektrapport af: Erik Odgaard Gade, Hans Hedal, Frank C. Ludvigsen, Annette Post Nielsen og Finn Physant.  
Vejleder: Claus Bryld og Bent C. Jørgensen.
- 113/85 "DESUSPENSION OF SPLITTING ELLIPTIC SYMBOLS II".  
Af: Bernhelm Booss og Krzysztof Wojciechowski.
- 114/85 "ANVENDELSE AF GRAFISKE METODER TIL ANALYSE AF KONFIGURATIONSTABELLER".  
Projektrapport af: Lone Billmann, Ole R. Jensen og Arne-Lise von Moos.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 115/85 "MATEMATIKKENS UDVIKLING OP TIL RENESSANCEN".  
Af: Mogens Niss.
- 116/85 "A PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR THE MEYER-NELDEL RULE".  
Af: Jeppe C. Dyre.
- 117/85 "KRAFT & FJERNVARMEOPTIMERING".  
Af: Jacob Mørch Pedersen.  
Vejleder: Bent Sørensen
- 118/85 "TILFELDIGHEDEN OG NØDVENDIGHEDEN IFØLGE PEIRCE OG FYSIKKEN".  
Af: Peder Voetmann Christiansen
- 119/86 "DET ER GANSKE VIST - - EUKLIDS FEMTE POSTULAT KUNNE NOK SKABE RØRE I ANDEDAMMEN".  
Af: Iben Maja Christiansen  
Vejleder: Mogens Niss.
- 120/86 "ET ANTAL STATISTISKE STANDARDMODELLER".  
Af: Jørgen Larsen
- 121/86 "SIMULATION I KONTINUERT TID".  
Af: Peder Voetmann Christiansen.
- 122/86 "ON THE MECHANISM OF GLASS IONIC CONDUCTIVITY".  
Af: Jeppe C. Dyre.
- 123/86 "GYMNASIEFYSIKKEN OG DEN STORE VERDEN".  
Fysiklærerforeningen, IMFUFA, RUC.
- 124/86 "OPGAVESAMLING I MATEMATIK".  
Samtlige opgaver stillet i tiden 1974-jan. 1986.
- 125/86 "UVBY, 8 - systemet - en effektiv fotometrisk spektral-klassifikation af B-, A- og F-stjerner".  
Projektrapport af: Birger Lundgren.
- 126/86 "OM UDVIKLINGEN AF DEN SPECIELLE RELATIVITETSTEORI".  
Projektrapport af: Lise Odgaard & Linda Szkotak Jensen  
Vejledere: Karin Beyer & Stig Andur Pedersen.
- 127/86 "GALOIS' BIDRAG TIL UDVIKLINGEN AF DEN ABSTRAKTE ALGEBRA".  
Projektrapport af: Pernille Sand, Heine Larsen & Lars Frandsen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 128/86 "SMÅRYB" - en ikke-standard analyse.  
Projektrapport af: Niels Jørgensen & Mikael Klintorp.  
Vejleder: Jeppe Dyre.
- 129/86 "PHYSICS IN SOCIETY"  
Lecture Notes 1983 (1986)  
Af: Bent Sørensen
- 130/86 "Studies in Wind Power"  
Af: Bent Sørensen
- 131/86 "FYSIK OG SAMFUND" - Et integreret fysik/historie-projekt om naturanskuelsens historiske udvikling og dens samfundsmæssige betingethed.  
Projektrapport af: Jakob Heckscher, Søren Brønd, Andy Wierød.  
Vejledere: Jens Høyrup, Jørgen Vogelius, Jens Højgaard Jensen.
- 132/86 "FYSIK OG DANNEELSE"  
Projektrapport af: Søren Brønd, Andy Wierød.  
Vejledere: Karin Beyer, Jørgen Vogelius.
- 133/86 "CHERNOBYL ACCIDENT: ASSESSING THE DATA. ENERGY SERIES NO. 15.  
Af: Bent Sørensen.
- 134/87 "THE D.C. AND THE A.C. ELECTRICAL TRANSPORT IN AsSeTe SYSTEM"  
Authors: M.B.El-Den, N.B.Olsen, Ib Høst Pedersen, Petr Viscor
- 135/87 "INTUITIONISTISK MATEMATIKS METODER OG ERKENDELSES-TEORETISKE FORUDSÆTNINGER"  
MATEMATIKSPECIALE: Claus Larsen  
Vejledere: Anton Jensen og Stig Andur Pedersen
- 136/87 "Mystisk og naturlig filosofi: En skitse af kristendommens første og andet møde med græsk filosofi"  
Projektrapport af Frank Colding Ludvigsen  
Vejledere: Historie: Ib Thiersen  
Fysik: Jens Højgaard Jensen
- 137/87 "HOPMODELLER FOR ELEKTRISK LEDNING I UORDNEDE FASTE STOFFER" - Resume af licentiatafhandling  
Af: Jeppe Dyre  
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

138/87 "JOSEPHSON EFFECT AND CIRCLE MAP."

Paper presented at The International Workshop on Teaching Nonlinear Phenomena at Universities and Schools, "Chaos in Education". Balaton, Hungary, 26 April-2 May 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

139/87 "Machbarkeit nichtbeherrschbarer Technik durch Fortschritte in der Erkennbarkeit der Natur"

Af: Bernhelm Booss-Bavnbek  
Martin Bohle-Carbonell

140/87 "ON THE TOPOLOGY OF SPACES OF HOLOMORPHIC MAPS"

By: Jens Gravesen

141/87 "RADIOMETERS UDVIKLING AF BLODGASAPPARATUR - ET TEKNOLOGIHISTORISK PROJEKT"

Projektrapport af Finn C. Physant  
Vejleder: Ib Thiersen

142/87 "The Calderón Projektor for Operators With Splitting Elliptic Symbols"

by: Bernhelm Booss-Bavnbek og  
Krzysztof P. Wojciechowski

143/87 "Kursusmateriale til Matematik på NAT-BAS"

af: Mogens Brun Heefelt

144/87 "Context and Non-Locality - A Peircan Approach"

Paper presented at the Symposium on the Foundations of Modern Physics The Copenhagen Interpretation 60 Years after the Como Lecture. Joensuu, Finland, 6 - 8 august 1987.

By: Peder Voetmann Christiansen

145/87 "AIMS AND SCOPE OF APPLICATIONS AND MODELLING IN MATHEMATICS CURRICULA"

Manuscript of a plenary lecture delivered at ICMTA 3, Kassel, FRG 8.-11.9.1987

By: Mogens Niss

146/87 "BESTEMMELSE AF BULKRESISTIVITETEN I SILICIUM"

- en ny frekvensbaseret målemetode.

Fysikspeciale af Jan Vedde

Vejledere: Niels Boye Olsen & Petr Višćor

147/87 "Rapport om BIS på NAT-BAS"

redigeret af: Mogens Brun Heefelt

148/87 "Naturvidenskabsundervisning med Samfundsperspektiv"

af: Peter Colding-Jørgensen DLH  
Albert Chr. Paulsen

149/87 "In-Situ Measurements of the density of amorphous germanium prepared in ultra high vacuum"

by: Petr Višćor

150/87 "Structure and the Existence of the first sharp diffraction peak in amorphous germanium prepared in UHV and measured in-situ"

by: Petr Višćor

151/87 "DYNAMISK PROGRAMMERING"

Matematikprojekt af:  
Birgit Andresen, Keld Nielsen og Jimmy Staal

Vejleder: Mogens Niss

152/87 "PSEUDO-DIFFERENTIAL PROJECTIONS AND THE TOPOLOGY OF CERTAIN SPACES OF ELLIPTIC BOUNDARY VALUE PROBLEMS"

by: Bernhelm Booss-Bavnbek  
Krzysztof P. Wojciechowski

153/88 "HALVLEDERTEKNOLOGIENS UDVIKLING MELLEM MILITÆRE OG CIVILE KRÆFTER"

Et eksempel på humanistisk teknologihistorie  
Historiespeciale

Af: Hans Hedal

Vejleder: Ib Thiersen

154/88 "MASTER EQUATION APPROACH TO VISCOUS LIQUIDS AND THE GLASS TRANSITION"

By: Jeppe Dyre

155/88 "A NOTE ON THE ACTION OF THE POISSON SOLUTION OPERATOR TO THE DIRICHLET PROBLEM FOR A FORMALLY SELFADJOINT DIFFERENTIAL OPERATOR"

by: Michael Pedersen

156/88 "THE RANDOM FREE ENERGY BARRIER MODEL FOR AC CONDUCTION IN DISORDERED SOLIDS"

by: Jeppe C. Dyre

157/88 "STABILIZATION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS BY FINITE DIMENSIONAL BOUNDARY FEEDBACK CONTROL: A pseudo-differential approach."

by: Michael Pedersen

158/88 "UNIFIED FORMALISM FOR EXCESS CURRENT NOISE IN RANDOM WALK MODELS"

by: Jeppe Dyre

159/88 "STUDIES IN SOLAR ENERGY"

by: Bent Sørensen

160/88 "LOOP GROUPS AND INSTANTONS IN DIMENSION TWO"

by: Jens Gravesen

161/88 "PSEUDO-DIFFERENTIAL PERTURBATIONS AND STABILIZATION OF DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS:

Dirichlet feedback control problems"

by: Michael Pedersen

162/88 "PIGER & FYSIK - OG MEGET MERE"

Af: Karin Beyer, Sussanne Blegaa, Birthe Olsen,  
Jette Reich, Mette Vedelsby

163/88 "EN MATEMATISK MODEL TIL BESTEMMELSE AF PERMEABILITETEN FOR BLOD-NETHINDE-BARRIEREN"

Af: Finn Langberg, Michael Jarden, Lars Frellesen

Vejleder: Jesper Larsen

164/88 "Vurdering af matematisk teknologi  
Technology Assessment  
Teknikfolgenabschätzung"

Af: Bernhelm Booss-Bavnbek, Glen Pate med  
Martin Bohle-Carbonell og Jens Højgaard Jensen

165/88 "COMPLEX STRUCTURES IN THE NASH-MOSER CATEGORY"

by: Jens Gravesen

166/88 "Grundbegreber i Sandsynligheds-  
regningen"

Af: Jørgen Larsen

167a/88 "BASISSTATISTIK 1. Diskrete modeller"

Af: Jørgen Larsen

167b/88 "BASISSTATISTIK 2. Kontinuerte  
modeller"

Af: Jørgen Larsen

168/88 "OVERFLADEN AF PLANETEN MARS"  
Laboratorie-simulering og MARS-analoger  
undersøgt ved Mössbauerspektroskopi.

Fysikspeciale af:

Birger Lundgren

Vejleder: Jens Martin Knudsen  
Fys.Lab./HCØ

169/88 "CHARLES S. PEIRCE: MURSTEN OG MØRTEL  
TIL EN METAFYSIK."

Fem artikler fra tidsskriftet "The Monist"  
1891-93.

Introduktion og oversættelse:

Peder Voetmann Christensen

170/88 "OPGAVESAMLING I MATEMATIK"

Samtlige opgaver stillet i tiden  
1974 - juni 1988

171/88 "The Dirac Equation with Light-Cone Data"

af: Johnny Tom Ottesen

172/88 "FYSIK OG VIRKELIGHED"

Kvantemekanikkens grundlagsproblem  
i gymnasiet.

Fysikprojekt af:

Erik Lund og Kurt Jensen

Vejledere: Albert Chr. Paulsen og  
Peder Voetmann Christensen

---

173/89 "NUMERISKE ALGORITMER"

af: Mogens Brun Heefelt

174/89 " GRAFISK FREMSTILLING AF

FRAKTALER OG KAOS"

af: Peder Voetmann Christensen

175/89 " AN ELEMENTARY ANALYSIS OF THE TIME  
DEPENDENT SPECTRUM OF THE NON-STATONARY  
SOLUTION TO THE OPERATOR RICCATI EQUATION

af: Michael Pedersen

176/89 " A MAXIMUM ENTROPY ANSATZ FOR NONLINEAR  
RESPONSE THEORY"

af : Jeppe Dyre

177/89 "HVAD SKAL ADAM STÅ MODEL TIL"

af: Morten Andersen, Ulla Engström,  
Thomas Gravesen, Nanna Lund, Pia  
Madsen, Dina Rawat, Peter Torstensen

Vejleder: Mogens Brun Heefelt

178/89 "BIOSYNTESSEN AF PENICILLIN - en matematisk model"

af: Ulla Eghave Rasmussen, Hans Oxvang Mortensen,  
Michael Jarden

vejleder i matematik: Jesper Larsen  
biologi: Erling Lauridsen

179a/89 "LÆRERVEJLEDNING M.M. til et eksperimentelt forløb  
om kaos"

af: Andy Wierød, Søren Brønd og Jimmy Staal

Vejledere: Peder Voetmann Christensen  
Karin Beyer

179b/89 "ELEVHEFTE: Noter til et eksperimentelt kursus om  
kaos"

af: Andy Wierød, Søren Brønd og Jimmy Staal

Vejledere: Peder Voetmann Christensen  
Karin Beyer

180/89 "KAOS I FYSISKE SYSTEMER eksemplificeret ved  
torsions- og dobbeltpendul".

af: Andy Wierød, Søren Brønd og Jimmy Staal

181/89 "A ZERO-PARAMETER CONSTITUTIVE RELATION FOR PURE  
SHEAR VISCOELASTICITY"

by: Jeppe Dyre

182/89 "OPGAVESAMLING - BREDDE-KURSUS I FYSIK"

Ny udgave, der erstatter Tekst Nr. 3/1978.

af: Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen,  
Albert Chr. Paulsen m.fl.

183/89 "MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING, MODELLING. APPLICATIONS  
AND LINKS TO OTHER SUBJECTS - State. trends and  
issues in mathematics instruction

by: WERNER BLUM, Kassel (FRG) og  
MOGENS NISS, Roskilde (Denmark)

184/89 "En metode til bestemmelse af den frekvensafhængige  
varmefylde af en underafkølet væske ved glasovergangen"

af: Tage Emil Christensen

---

185/90 "EN NÆSTEN PERIODISK HISTORIE"

Et matematisk projekt

af: Steen Grode og Thomas Jessen

Vejleder: Jacob Jacobsen

186/90 "RITUAL OG RATIONALITET i videnskabers udvikling"  
redigeret af Arne Jakobsen og Stig Andur Pedersen

187/90 "RSA - et kryptisk system"

af: Annemette Sofie Olufsen, Lars Frellesen  
og Ole Møller Nielsen

Vejledere: Michael Pedersen og Finn Munk

188/90 "FERMICONDENSATION - AN ALMOST IDEAL GLASS TRANSITION"

by: Jeppe Dyre